

Veli-Matti Nurkkala

EYELINK II -SILMÄNLIIKEANALYYSILAITTEISTO

Kahden laitteiston yhdistäminen interaktiiviseksi tutkimusympäristöksi

Insinöörityö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Tietotekniikan koulutusohjelma
Syksy 2006



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

OPINNÄYTETYÖ TIIVISTELMÄ

Koulutusala Tekniikka ja liikenne	Koulutusohjelma Tietotekniikan koulutusohjelma
Tekijä(t) Veli-Matti Nurkkala	
Työn nimi EyeLink II -silmänliikkeenanalyysilaitteisto	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Konenäkö ja mittaustekniikka	Ohjaaja(t) Timo Järvillehto ja Tuomo Rantala
	Toimeksiantaja Oulun yliopisto
Aika Syksy 2006	Sivumäärä ja liitteet 47 + 5
<p>Tämän insinöörityön ensimmäisenä tavoitteena oli tuottaa EyeLink II-silmänliikkeenanalyysilaitteistosta ja sen toimintoista kertova kooste. Aineistona käytettiin EyeLink II -valmistajan, SR Researchin toimittamia ohjekirjoja. Aineisto koostui noin kahdesta tuhannesta sivusta, jotka käsittelivät laitteiston ja ohjelmistojen toimintoja. Kajaanin yliopistokeskuksessa, psykologian tutkimusyksikössä, koosteen tehtävänä on toimia pro gradu -työtään tekevien opiskelijoiden sekä uusien työntekijöiden apuna perehdyttämisessä.</p> <p>Työn toisena tavoitteena oli kahden erillisen EyeLink II-laitteiston yhdistäminen yhdeksi interaktiiviseksi kokonaisuudeksi. Silmänliikkeenanalyysilaitteistojen yhdistämisen avulla on mahdollista tehdä täysin uudentyyppistä tutkimusta. Sen avulla on mahdollista tutkia ja vertailla koehenkilöiden silmänliikkeitä yhtäaikaaisesti. Sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi vertailemalla kokeneen ja aloittelevan työntekijän silmänliikkeitä heidän työtehtävässään ja sitä kautta perehdyttää aloittelevaa työntekijää katsomaan keskeisiin asioihin. Kahden laitteiston yhdistäminen yhdeksi interaktiiviseksi kokonaisuudeksi onnistui, ja ensimmäiset kokeilut sen toiminnasta ovat olleet lupaavia.</p> <p>Työn kolmantena tavoitteena oli saada silmänliikkeenanalyysilaboratorio vastaamaan korkeatasoisen tutkimusympäristön asettamia vaatimuksia niin kalustuksen, valaistuksen kuin sähkötöidenkin osalta. Yhtenä tärkeänä asiana laboratorioympäristön kehittämisessä pidettiin laitteiden ja kalustuksen sijoittelun muunneltavuutta, koska erilaiset koeasetelmat asettavat tutkimusympäristölle erilaisia vaatimuksia. Laboratorioympäristön kehittäminen toteutui suunnitelmien mukaisesti.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	EyeLink II -silmänliikkeenanalyysilaitteisto
Säilytyspaikka	<input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun Kaktus-tietokanta <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School School of Engineering	Degree Programme Information Technology
Author(s) Veli-Matti Nurkkala	
Title EyeLink II -eye movement analysis hardware	
Optional Professional Studies Embedded Systems	Instructor(s) Timo Järvillehto and Tuomo Rantala
	Commissioned by University of Oulu
Date Autumn 2006	Total Number of Pages and Appendices 47 + 5
<p>The first purpose of this Bachelor thesis was to build a Finnish summary about EyeLink II-eye movement analysis hardware and its functions. This thesis is a summary of thousand pages of manuals which have been provided by SR Research. The main purpose of this summary in Kajaani consortium, Research Center of Psychology is to help students and new employer working with EyeLink II to familiarize themselves to the systems.</p> <p>The second purpose was to combine two EyeLink II-eye movement analysis hardwares to one interactive unit. It provides a whole new way to make eye movement research, making it possible to explore and compare eye movements of two subjects simultaneously. It can be used for example to compare the eye movements of an expert and novice employee in their working environment. It can be a way to acquaint a new employee to look at the right targets. Linking two EyeLink II-eye movement analysis hardwares was successful and the first experiments have been promising.</p> <p>The third purpose was to develop eye movement laboratory to respond the needs of a high level research environment with its furnishing, lightning and electric work. Convertibility was one of the most important aspects in developing laboratory environment, because various experiments places different demands to research environment. Developing eye movement laboratory succeeded as it was planned.</p>	
Language of Thesis Finnish	
Keywords	EyeLink II -eye movement analysis hardware
Deposited at	<input type="checkbox"/> Kaktus Database at Kajaani University of Applied Sciences <input checked="" type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	5
	SILMÄNLIIKETUTKIMUS.....	6
3	EYELINK II -SILMÄNLIIKEANALYYSILAITTEISTO.....	9
4	EYELINK II -LAITTEET.....	12
	4.1 Host PC.....	12
	4.2 Display PC.....	13
	4.3 EyeLink II -laite.....	14
	4.4 Lisälaitteet.....	15
5	EYELINK II -OHJELMAT.....	19
	5.1 Host PC:n ohjelmat.....	19
	5.2 Display PC:n ohjelmat.....	23
6	SILMÄNLIIKEANALYYSILAITTEISTON KOKOAMINEN	
	JA YHDISTÄMINEN.....	29
	6.1 Laitteiston kokoaminen.....	29
	6.2 Yhdistäminen TTL-Pulssin avulla.....	32
	6.3 Yhdistäminen reitittimen avulla.....	33
7	EYELINK II -LAITTEISTOLLA TOTEUTETTUJA MITTAUKSIA.....	36
8	YHTEENVETO.....	43
	LÄHDELUETTELO.....	46
	LIITTEET.....	48

1 JOHDANTO

Vuonna 2004 hankittiin Kajaanin yliopistokeskuksen psykologian tutkimusyksiköön ensimmäinen EyeLink II -silmänliikkeenanalyysilaitteisto. Jo silloin oli ajatukseen täydentää laitteistoa myöhemmin toisella yksiköllä. Keväällä 2006 tuli mahdolliseksi hankkia toinen EyeLink II-laitteisto. Tuolloin syntyi ajatus suomenkielisen tiivistetyn käyttöoppaan tekemisestä, jonka tarkoituksena olisi helpottaa EyeLink II -laitteiston parissa työskentelevien uusien työntekijöiden ja pro gradu -työtään tekevien maisteriopiskelijoiden perehtymistä ja tutustumista laitteistoon.

Kahden erillisen EyeLink II -laitteiston yhdistäminen tuli tuolloin ajankohtaiseksi. Sen avulla olisi mahdollista tehdä täysin uudenlaista tutkimusta, jolla voitaisiin tutkia esimerkiksi koehenkilöiden välistä vuorovaikutusta ongelmaratkaisutilanteissa. Laitteiston valmistajan, SR Reseachin, mukaan muualla maailmassa on käytössä vain muutama kahden laitteiston yhdistelmä. Yhdeksi insinööriyön tavoitteeksi päätettiin ottaa kahden yksikön yhdistämisen yhdeksi interaktiiviseksi laitteistoksi.

Tutkimusympäristön kehittäminen nähtiin tuolloin myös tärkeäksi tehtäväksi. Sen tarkoituksena on saada laboratorioympäristö vastaamaan korkeatasoisen tutkimusympäristön asettamia vaatimuksia niin kalustuksen, valaistuksen kuin sähkötöidenkin osalta. Yhtenä tärkeänä asiana laboratorioympäristön kehittämisessä pidettiin laitteiden ja kalusteiden sijoittelun muunneltavuutta, koska erilaiset koeasetelmat asettavat tutkimusympäristölle erilaisia vaatimuksia. Työn kolmanneksi tavoitteeksi muodostuikin laitteiston kokoamisen ja yhdistämisen ohella käytännöllisen ja helposti muunneltavan laboratorioympäristön kehittäminen. Työn liitteenä on kuva Skillab-laboratoriosta (liite 1), sekä esite joka kertoo Kajaanin yliopistokeskuksen, Psykologian tutkimusyksikön toiminnasta (liite 2).

SILMÄNLIIKETUTKIMUS

Silmänliiketutkimuksen historia ulottuu 1800-luvun loppupuolelle. Vuonna 1878 Javal seurasi ensimmäisenä koehenkilöiden silmänliikkeitä [1, s.3]. Ensimmäisellä aikakaudella tehtiin suurin osa silmänliikkeisiin liittyvistä perushavainnoista, kuten silmänliikkeiden sakkadisuus (silmät liikkuvat hypäyksittäin). Silloin myös esitettiin, että sakkadin aikana ei tapahdu informaation ”sisäänottoa”, vaan suurin osa näköinformaatiosta välittyy silmän pysähdysten eli fiksaatioiden aikana. Lisäksi tehtiin havaintoja yhden fiksaation aikana havaittavan alueen laajuudesta [2, s.29].

Silmänliiketutkimuksen toinen aikakausi ajoittuu 1930–1960-lukujen välille. Silmänliikkeitä ja kognitiivisia prosesseja tutkittiin tuolloin hyvin vähän. Toisen jakson loppupuolella vallitsevana käsityksenä oli, että silmänliiketutkimus ei tarjoa uutta tietoa [2, s.29]. Kuitenkin eräs toisen aikakauden merkittävimmistä silmänliiketutkijoista oli Tinker, joka kuvasi ensimmäisenä koehenkilöiden silmiä lukemisen aikana [1, s.3]. Vaihtelemalla tekstin kirjasintyyppiä, kokoa ja ulkoasua voitiin arvioida näiden muuttujien vaikutusta lukemisen nopeuteen ja silmänliikeratojen muutoksiin. 1950-luvulla Fitts ja hänen kollegansa olivat ensimmäiset tutkijat, jotka yhdistivät katseenseurannan ja käytettävyydetutkimuksen. He käyttivät elokuvakameroita tutkiessaan ilmavoimien lentäjien silmänliikkeitä ohjaamon mittareiden ja ohjaimien käytössä laskeutumistilanteen aikana [3, s.224].

Kolmas aikakausi katsotaan alkaneeksi 1970-luvulla, jolloin lukemisen ja kognitiivisten prosessien tutkimus silmänliikkeiden avulla oli vilkasta [4, s.29]. Psykologinen ja fysiologinen teoria keskittyikin tutkimaan, kuinka ihmisen silmä toimii ja mitä se voi paljastaa ihmisen havainnoimisesta ja kognitiivisista prosesseista. 1980-luvulla katseenseurantatutkimus kohtasi jälleen uuden haasteen, mutta myös mahdollisuuden tietokoneiden yleistymisen myötä. Tietokoneiden ja videokuvaustekniikoiden kehittyminen mahdollisti myös silmänliikkeiden reaaliaikaisen

tutkimisen, mikä avasi katseenseurannalle käytettävyystudkimuksessa uusia mahdollisuuksia [3, s.224]. Tutkimusta tulivat tuolloin myös helpottamaan tietokonepohjaiset analyysiohjelmat, joiden avulla informaation analysointi nopeutui huomattavasti [2, s.29].

Duchowskin (2002) mukaan silmänliiketutkimus on uudella vuosituhanella siirtynyt neljännelle aikakaudelle, jolle on tunnusomaista silmänliikkeiden seurantaan perustuvien aktiivisten sovellusten kehittyminen [2, s.29]. Uuden sukupolven katseenseurantalaitteet tekevät mahdolliseksi entistä tarkemman silmänliikkeiden mittaamisen. Sen johdosta fiksaatioita ja sakkadeja voidaan nyt analysoida millisekuntien tarkkuudella. Myös sovellukset ovat kehittyneet entistä monipuolisemmiksi ja käyttäjäystävällisemmiksi.

Duchowski (2002) jakaa silmänliiketutkimuksen karkeasti kahteen luokkaan: diagnostiseen ja interaktiiviseen tutkimukseen. Diagnostisella Duchowski (2002) viittaa ihmisen tiedonkäsittelyprosesseja kartoittavaan psykologiseen tutkimukseen [2, s.29–30]. Interaktiivinen tutkimus sopii myös hyvin silmänliiketutkimuksiin, koska katseenseurannan avulla voidaan tehdä päätelmiä reaaliaikaisista tiedoista ja tiedostamattomista tarkkaavaisuuden siirtymisistä näytön alueella. Katseenseurannan avulla saadaan hyvin nopeasti tietoa käyttäjän tavoitteista jo ennen kuin palautteen antaminen tietokoneelle muita kanavia pitkin on edes ehtinyt alkaa, koska yleensä käyttäjät katsovat kohdetta ennen kuin he liikuttavat esimerkiksi hiiren kohteen päälle [5, s.585].

Nykyään silmänliikelaitteistoja käyttävät pääasiassa yliopistot ja tutkimuslaitokset. Silmänliikeanalyysilaitteistojen avulla tehtävät käytettävyystudkimukset ovat lisääntyneet. Syynä lisääntymiseen saattaa olla se, että silmänliikkeistä saadaan helposti tietoa järjestyksestä, jolla käyttäjä on hakenut ja prosessoinut käyttöliittymässä olevaa tietoa [4]. Käytettävyystudkimuksen kasvun taustalla saattaa olla

tekijänä myös markkinavoimien kiinnostuminen kuluttajien tiedonhakuprosesseista. Niistä saatuja tuloksia tulisi kuitenkin tarkastella kriittisesti, koska silmänliikkeiden mittausdatan hyödyntäminen käyttäjän päämäärien ja tavoitteiden mallintamisessa on kuitenkin tutkimusaiheena melko uusi [2, s.30].

Käytettävyytutkimuksen lisäksi silmänliikelaitteistoja hyödynnetään lukututkimuksissa ja kehitettäessä silmänliikkeillä ohjattavia sovelluksia. Tulevaisuudessa, kun laitteiden saatavuus paranee, silmänliikkeisiin perustuvat sovellukset tulevat luultavasti yleistymään myös kotitietokoneisiin. Tällöin ennakoivat järjestelmät voivat esimerkiksi helpottaa työlästä tiedonhakua [2, s.30].

3 EYELINK II – SILMÄNLIIKEANALYYSILAITTEISTO

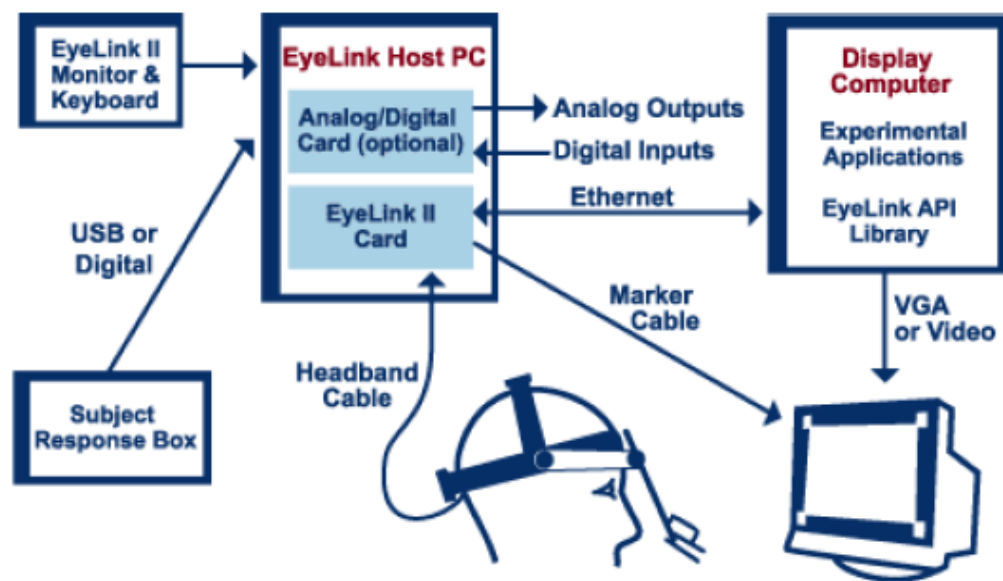
EyeLink II -silmänliikeanalyysilaitteisto koostuu useista ohjelmista ja laitteista. Silmänliikelaitteiston avulla koehenkilön silmänliikkeitä voidaan mitata tietokoneen näytöllä ja vapaassa ympäristössä tapahtuvissa kokeissa. Silmänliikedatan lisäksi sen avulla on myös mahdollista tallentaa ja analysoida koehenkilön ääntä ja reaktioita. Jo pitkään on ollut tiedossa, että videopohjainen silmänliiketutkimus on helpoin toteuttaa. Kuitenkin sillä on ollut huono maine vähäisen datamäärän, heikon kuvanlaadun, suuren kohinan ja hukatun datan takia. Uusi EyeLink II -laitteisto on poistanut edellä mainitut ongelmat [6, s.2].

EyeLink II -laite koostuu neljästä pienestä kamerasta, jotka on kiinnitetty päähän laitettavaan pantaan. Panta on suunniteltu kevyeksi ja miellyttävän tuntuiseksi. Suunnittelemalla matala massapiste on saavutettu hyvä vakaus, ja inertiaalivoiman vaikutus päätä käännettäessä on pieni. Laitteessa ei käytetä lainkaan peilejä, mikä tekee sen säätämisestä helpompaa. Kaksi silmäkameraa antaa mahdollisuuden kummankin silmän yhtäaikaiseen mittaamiseen sekä mahdollisuuden valita hallintaohjelmasta dominoiva silmä ilman laitteiden asetusten uudelleen määrittämistä. Kaikissa kameroissa on sisäänrakennettu valonlähde, joka tarvittaessa säätyy automaattisesti valaisemaan koko näyttöä. Sen avulla saavutetaan erittäin hyvä pupillin kuvauksen tarkkuus erilaisissa valaistuksissa [6, s.2].

EyeLink II -laitteistossa voidaan silmänliikkeitä mitata kahdella eri tavalla. Ensimmäinen niistä on silmän pupillin sijainnin määrittämiseen perustuva menetelmä. Siinä silmäkamerat kuvaavat koehenkilön silmiä ja EyeLink-kortti suorittaa kameroista saatavasta kuvasta reaaliaikaista pupillin paikannusta. Tällä menetelmällä saadaan tunnistettua pupillin liikkeitä ja pinta-ala. Toinen tapa silmänliikkeiden määrittämiseksi on kahden eri mittausmenetelmän yhdistäminen, missä käytetään pupillin sijainnin määrittämiseen perustuvan mittauksen lisäksi kornean reflektiomittausta. Se on mittaustekniikka, jossa pienet valonlähteet heijastavat EyeLink II -laitteesta valoa koehenkilön sarveiskalvoille. Niistä heijastuvasta valosta mitataan silmänliikkeet. Host PC:n EyeLink-kortti laskee kornean reflek-

tiomittauksella saatavasta silmänliikedatasta silmän sijaintitiedot ja tallentaa ne EDF-tiedostoon. Kahden rinnakkaisen mittausmenetelmän avulla saadaan silmänliikemittaus vakaammaksi ja vähennettyä virheitä, joita tulee pannan liikkumisesta esimerkiksi lihasjännityksen ja ympäristön tärinän takia. Silmän pupillista tapahtuva mittaus on silti käytössä, vaikka kornean reflektiota ei olisi mahdollista käyttää [6, s.2].

Yksi merkittävimmistä innovaatioista EyeLink II -laitteistossa on useiden tutkimustoimintojen yhdistäminen yhdeksi toimivaksi kokonaisuudeksi. Laitteisto yhdistää datan keräämisen, kalibroinnin, päännliikedan, sakkadi- ja fiksaatioanalyysin yhdeksi paketiksi, joka mahdollistaa käyttäjän keskittymään kokeen suorittamiseen ja datan analysoimiseen. *Integroidun prosessiketjun* avulla on siis mahdollista seurata koehenkilön katseen sijaintia reaaliajassa ja varmistaa kalibraation ja validaation tarkkuus ennen tallennusta. Edellä mainitut ominaisuudet tekevät mahdolliseksi sen että EyeLink II on käyttökelpoinen työkalu eri alojen tutkijoille. Kuvassa 1 on havainnollistettu integroitu prosessiketju laitteiden ja koneiden välillä.

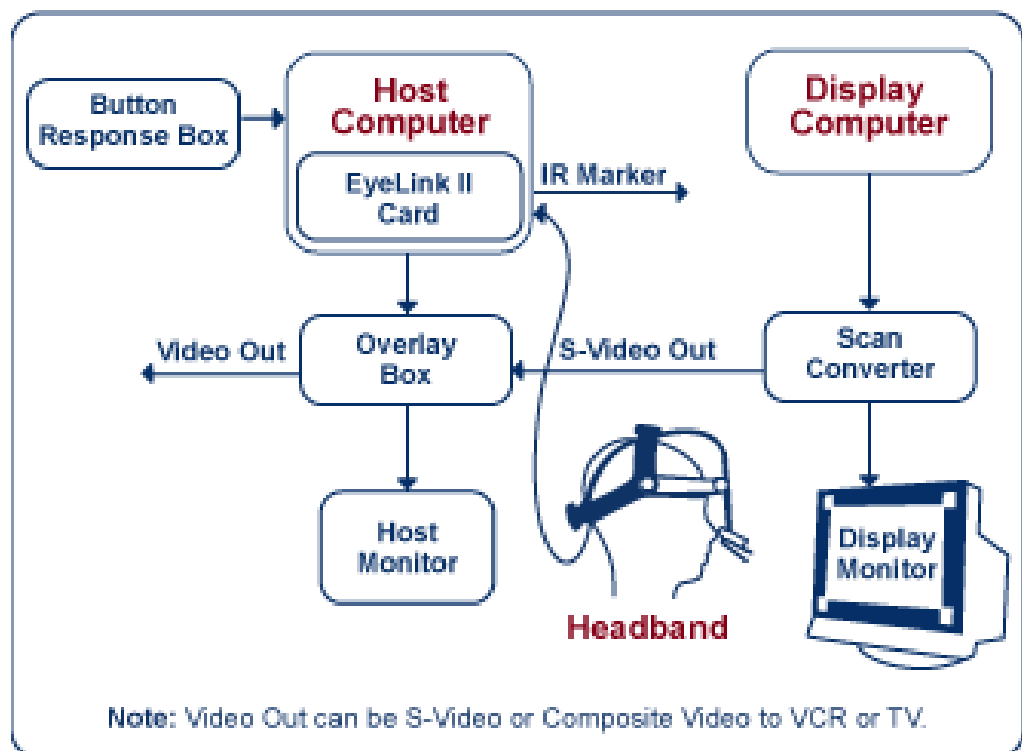


Kuva 1. Integroitu prosessiketju laitteiden välillä [6, s.3].

Soveltuvuus monenlaisiin koehenkilöihin on yksi EyeLink II -laitteen vahvuuksista. Esimerkiksi silmäkameran herkkyys on tarpeeksi korkea silmälaseille, joiden heijastuksenestopinnoite estää jopa 80 prosenttia infrapunavalosta menemästä läpi [6, s.2]. EyeLink II -laitteisto soveltuu myös lapsille tehtäviin mittauksiin.

4 EYELINK II -LAITTEET

EyeLink II -laitteiston keskeisimmät osat koostuvat kolmesta eri kokonaisuudesta. Host PC-yksikkö, Display PC-yksikkö ja EyeLink II -laite muodostavat laitteiston perustan. Ne sisältävät esimerkiksi tietokoneita, näyttöjä, laitteita, komponentteja, kameroita, ohjauslaitteita ja infrapunälähettimejä. Kuvassa 2 on esitetty EyeLink II -laitteisto pääpiirteittäin. Laitteisiin tarvittavista ohjelmista on kerrottu tarkemmin luvussa 5.



Kuva 2. EyeLink II -laitteisto pääpiirteittäin [7, s.20].

4.1 EyeLink II Host PC

EyeLink II Host PC suorittaa reaaliaikaista silmänliikemittausta 250 tai 500 näytteen sekuntivauhdilla. Samalla se laskee todellista katseensijaintia koehenkilön tietokoneen näytöllä. Reaaliaikaista analysointia suoritetaan silmän liikkeistä, kuten sakkadeista ja fiksaatioista. Siitä saatava data tallentuu Host-koneelle ja lä-

hetetään ethernet-linkin välityksellä Display PC:lle. Host-PC:ltä käyttäjä suorittaa asetukset, valvoo suoritusta ja seuraa ohjelmien toimimista Display PC:llä [6, s.4].

Host PC koostuu pöytäkoneesta, johon on asennettu EyeLink II High-Speed PCI-kortti, tai telakointiasemasta ja siihen liitettävästä kannettavasta tietokoneesta. Host-asemassa sijaitsee EyeLink II High-Speed-kortti ja tarvittavat liitännät. PCI-kortin tehtävänä on kameroista tulevan datan reaaliaikainen kuvankäsittely, ja Host PC:n tehtävänä on pyörittää EyeLink II-käyttöjärjestelmää [6, s.4].

Mikäli Host-yksikön PC:nä toimii kannettava tietokone, on suositeltavaa liittää laitteistoon ylimääräinen näyttö. Kalibrointien ja kokeiden seuraaminen on isommalta näytöltä helpompaa. Lisäksi se antaa mahdollisuuden Scene-kameralta saatavan kuvan ja silmänliikkeiden seuraamiseen reaaliajassa, kun lisänäyttö kytketään Video Overlay -laitteen kautta [6, s.4].

Host PC:n minimivaatimuksena on 900 MHz:n prosessori, 40 GB:n kiintolevy ja vähintään 512 MB vapaata muistia [8, s.5]. Käytännössä on suositeltavaa, että edellä mainitut minimivaatimukset kaksinkertaistetaan, jotta varmistetaan koneen tehokkuus ja vältetään datan menetykseltä.

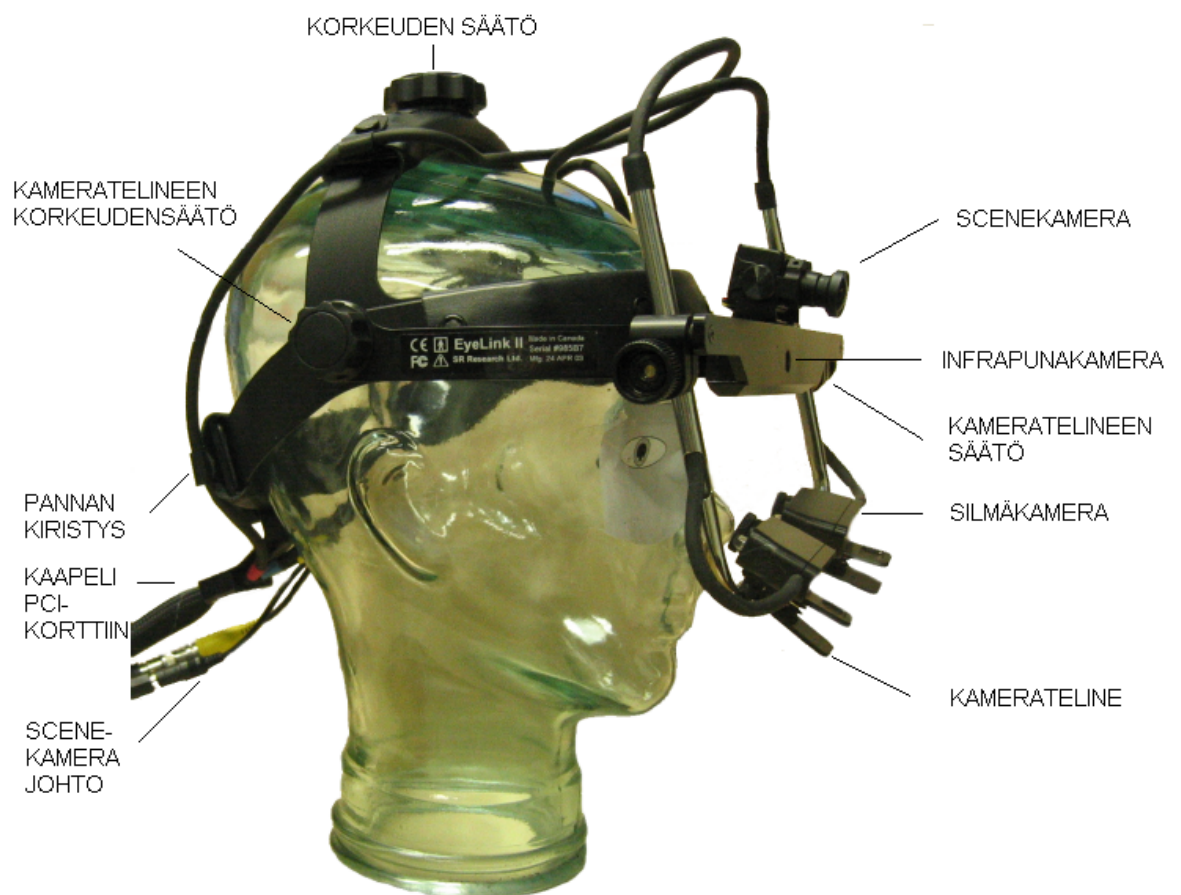
4.2 EyeLink II Display PC

EyeLink II -laitteistoa voidaan käyttää pelkästään Host-PC:ltä (standalone tracker), mutta silmänliikelaitteiston käyttäminen on huomattavasti helpompaa, kun Display PC on liitetty laitteistoon [6, s.4]. Sen avulla on käytännöllisempää tehdä niin kameroiden kalibrointi kuin kokeiden suunnittelu, toteuttaminen ja analysointivaiheet. Display PC:n ohjainlaitteina toimivat näppäimistö, hiiri, peliohjain ja Host PC. Koneiden välinen tiedonsiirto tapahtuu nopean Ethernet-yhteyden avulla [8, s.8]. Display PC:n minimivaatimuksena on vähintään 1 GHz:n proses-

sori, 40–80 GB kiintolevytilaa ja vähintään 256 MB vapaata muistia [8, s.6]. Käytännössä edellä mainitut minimivaatimukset tulisi kaksinkertaistaa, jotta varmistetaan koneen riittävä teho ja vältetään datan menetyksiltä.

4.3 EyeLink II – laite

EyeLink II -laitetta käytetään koehenkilöiden silmänliikkeiden mittaamiseen, pään liikkeiden määrittämiseen ja ympäristön kuvaamiseen. EyeLink II -laite koostuu säädettävästä pääpannasta, kahdesta silmänliikkeitä mittaavasta kamerasta, päänliikkeitä mittaavasta optisesta infrapunakamerasta ja lisälaitteena saatavasta ympäristöä kuvaavasta scene-kamerasta. Niiden sijainti pääpannassa on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. EyeLink II – laitteen osat [7, s.1].

Panta on suunniteltu kevyeksi ja miellyttävän tuntuiseksi. Suunnittelemalla matala massapiste on saavutettu hyvä vakaus ja inertiaalivoiman vaikutus päätäkäännettäessä on pieni. Panta on päällystetty nahalla, joka tarjoaa hyvän pidon ihoa vasten. Useimmista silmänliikemittauslaitteista poiketen laitteessa ei käytetä lainkaan peilejä, mikä tekee sen säätämisestä helpompaa. Kokonaisuudessaan yksikkö painaa 420 grammaa ja sen liikkumissäde Host-asemasta on noin viisi metriä [6, s.2].

Kaksi *silmäkameraa* tekee mahdolliseksi molempien silmien seuraamisen. Tutkimuksen kohteeksi voidaan myös helposti valita vain dominoiva silmä, sillä se ei vaadi monimutkaista laitteiden uudelleenohjelmointia, kuten useimmat muut silmänliikemittausjärjestelmät. Kameroihin on sisäänrakennettu valonlähde, jonka avulla on mahdollista tehdä silmänliikemittauksia ympäristössä, jossa valonlähteenä toimii pelkkä näytön valo. Digitaalisen valonkorjauksen avulla on mahdollista tehdä mittauksia erilaisissa valaistuksissa ja määrittää erittäin tarkasti silmän pupillin sijainti [6, s.2].

Otsapantaan on integroitu *infrapunakamera*, jonka tehtävänä on seurata koehenkilön päänliikkeitä. Infrapunakameran toimintaperiaatteena on näytön laidoilla olevien infrapunälähtettimien kuvaaminen. Kun pää liikkuu, muuttuu infrapunälähtettimien sijainti kameraan nähden, jolloin EyeLink PCI-kortti laskee pään liikkeen vaikutuksen silmän sijaintidataan. Sen avulla on siis mahdollista seurata katsetta tarkasti pään luonnollisissa liikkeissä ja nopeuksissa. Matala kohinataso infrapunakamerassa saa aikaan sen, että laskettu katseen sijainti on verrattavissa aitoon silmän sijaintiin näytöllä. Tämän menetelmän avulla silmänliikedataa voidaan käyttää esimerkiksi sakkadianalyysiin [6, s.2].

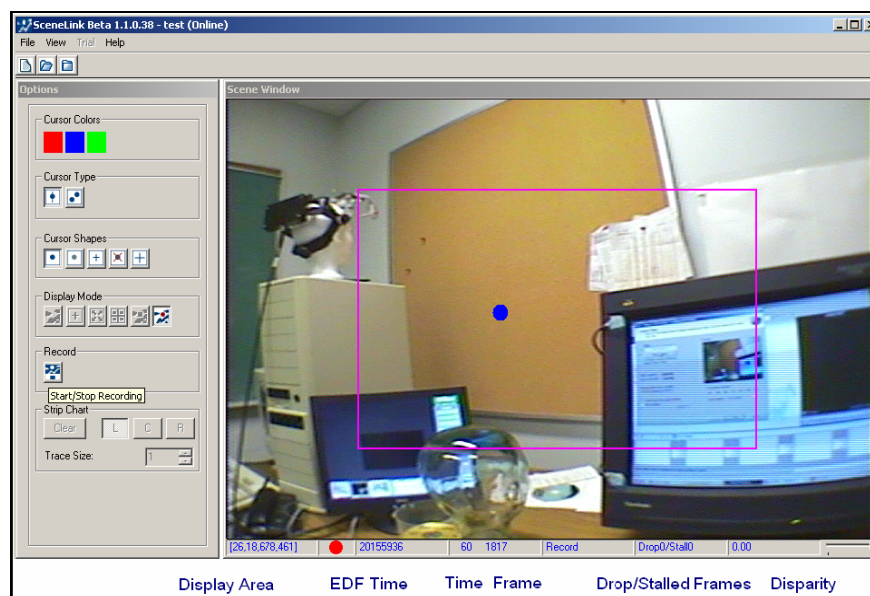
4.4 Lisälaitteet

Scene-kamera

Lisälaitteena saatava pienikokoinen *Scene-kamera* sijaitsee pääpannassa noin otsan korkeudella, pään keskilinjalla. Kamera kuvaa 60 Hz:n taajuudella koehenkilön näkemää ympäristöä. Kun silmäkamerat mahdollistavat silmän liikkeiden tutkimisen tietyltä etäisyydeltä monitorista, televisiosta tai muusta määritetystä etäisyydestä, scene-kamera tarjoaa merkittävän laajennuksen katseen tutkimiseen. Se mahdollistaa katseen syvyyden tutkimisen vapaassa tilassa ja liikkeessä [7, s.1]. Kun Scene-kameraa käytetään, on parhaimman tarkkuuden saamiseksi suositeltavaa käyttää sekä pupilli- että kornean reflektio-mittausta, jolloin silmänliikkeet tallentuvat 250 Hz:n taajuudella. Scenekameralta saatava video kuva ja silmäkameroista saatavat silmän sijaintitiedot tallentuvat Display-koneelle samaan kansioon, josta niiden jatkokäsittely on helppo aloittaa.

Video Overlay -laite

Laitteistoon kuuluu myös kaksi videonkäsittelyyn tarkoitettua laitetta. *Video overlay -laitteen* tehtävänä on yhdistää Scene-kamerasta ja Host PC:ltä tuleva kuva ja siirtää ne Display PC:lle ja lisä-Host-näytölle. Kuvassa 4 on esitetty Display PC:ltä kaapattu kuva tallennuksen aikana, jossa Video Overlay -laitteen avulla silmänliike ja scenekameralta tuleva kuva on yhdistetty. Kuvassa näkyvä musta piste on koehenkilön silmän fiksaatiopiste. Kuvassa olevan ikkunan sisäpuolella tapahtuvat silmänliikkeet voidaan Scene-kameran välittämästä kuvasta määrittää tarkasti.



Kuva 4. Overlay boxin välittämä kuva Host PC:n lisänäytölle [7, s.42].

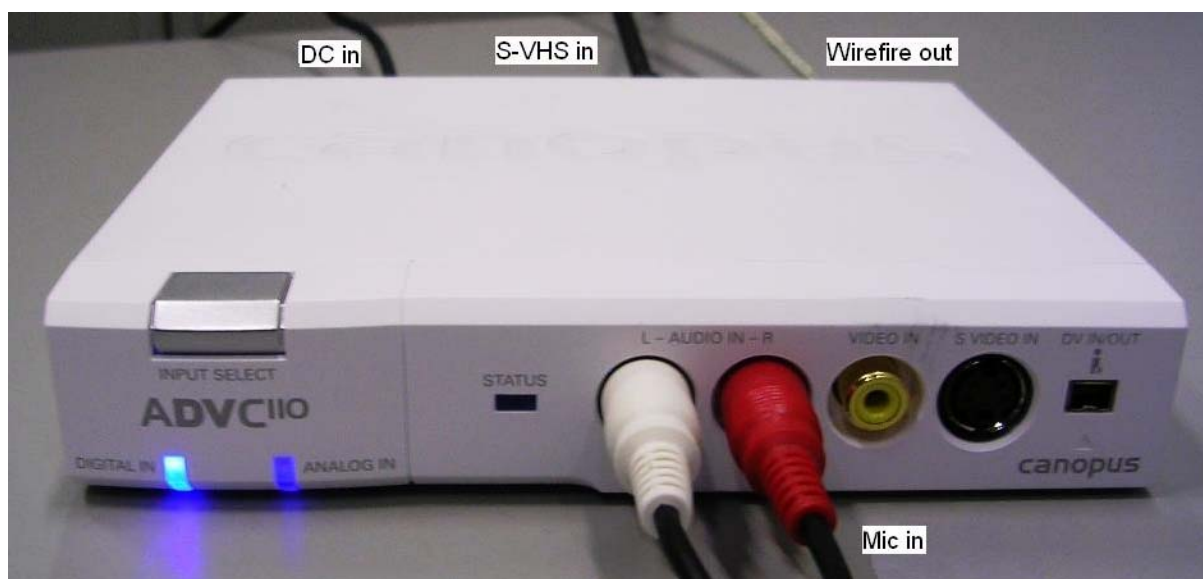
Video Overlay -laite käynnistetään kuvassa 5 näkyvästä Power-napista. Sen jälkeen tulee painaa Mode-napista niin, että laitteen etupuoolella syttyy valo Overlay-kohtaan. Paras kuvanlaatu saavutetaan Video Overlay -laitteessa alla olevan kuvan mukaisilla asetuksilla, jossa Overlay-kytkin on asennossa Black ja maa-koodi NTSC. Scene-kameran johto liitetään adapterin avulla Video Overlay -laitteeseen ja virtalähteeseen. Videosignaali scene-kameralta voidaan tuoda S-IN- tai V-IN-liittimien kautta.



Kuva 5. Video overlay -laitteen suositusasetukset.

Canopus ADVC110

Laitteen tehtävänä on muuntaa Video Overlay -laitteesta Display PC:hen menevä analoginen signaali digitaalseksi (S-Video In → 6-pin Firewire Out). Tätä tarkoitusta varten Display PC:ssä on oltava 6- tai 4-pinninen firewire-portti. Jos Display PC:nä toimii kannettava tietokone, on useimmiten valittavana vain 4-pin firewire -portti. Tällöin tulee laitteeseen liittää AC-adapteri. Äänen tallennus scenekameran käytön yhteydessä on ohjattava Canopus-laitteen kautta. Hyvän mikrofonin lisäksi tarvitaan myös ulkoinen vahvistin, jossa RCA-johto menee Canopus-laitteen audio-sisäänmenoon. Kuvassa 6 on esitetty Canopus-laitteeseen tarvittavat liitännät. Canopus-laitteen pohjasta on tarkastettava kytkimen asento, jolla valitaan 32 kHz/12-bit 4-kanavainen ääni [7, s.21–22]. Display PC:n ja Canopus-laitteen välillä olevaa Firewire-johtoa ei saa irroittaa laitteiden ollessa käynnissä, koska Canopus voi vahingoittua virranpurkauksen takia [7, s.21].



Kuva 6. Canopus-laitteeseen tulevat liitännät.

Sidewinder-peliohjain

Laitteiston mukana tulee Microsoft SideWinder -peliohjain. Sen näppäimien avulla koehenkilö voi ohjata hänelle tehtävää kalibrointia ja koeasetelmaa. Peliohjain tulee liittää Host PC:n USB-porttiin.

Audigy-äänikortti

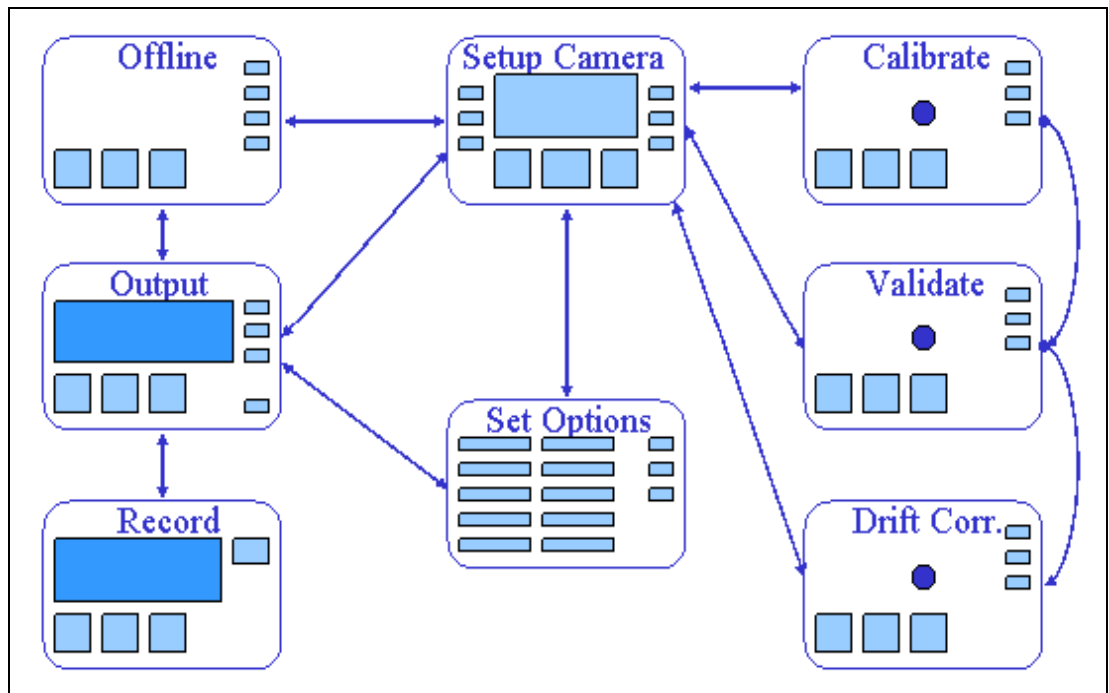
EyeLink II -laitteistoon suositellaan SoundBlaster Audigy 2 ZS -äänikorttia. Laite on kuitenkin poistumassa markkinoilta, ja sen tilalle on tullut Audigy 4 -malli. Se ei kuitenkaan ole täysin yhteensopiva uuden mallin kanssa. Äänen tallennuksen onnistumiseksi on mikrofoni kiinnitettävä line in -liittimeen mic in -liittimen sijasta. Jos käytössä on kannettava Display PC, suositellaan käytettäväksi Audigy 2 ZS for notebook -mallia [9, s.8]. EyeLink II -laitteiston uusimmat ohjelmaversiot tukevat äänen tallentamista. Hyvä mikrofoni vaikuttaa äänen laatuun ja signaalitasoon huomattavasti.

5 EYELINK II – OHJELMAT

EyeLink II -ohjelmat voidaan jakaa Host- ja Display PC:llä oleviin ohjelmiin. Niiden avulla on mahdollista rakentaa, suorittaa ja analysoida koeasetelmia. Myös ohjelmien asetusten säätäminen ja kalibrointi ennen koetta ja kokeen aikana tapahtuu hallintaohjelmien kautta. Seuraavat ohjelmat kuuluvat EYELINK II -ohjelmistoon.

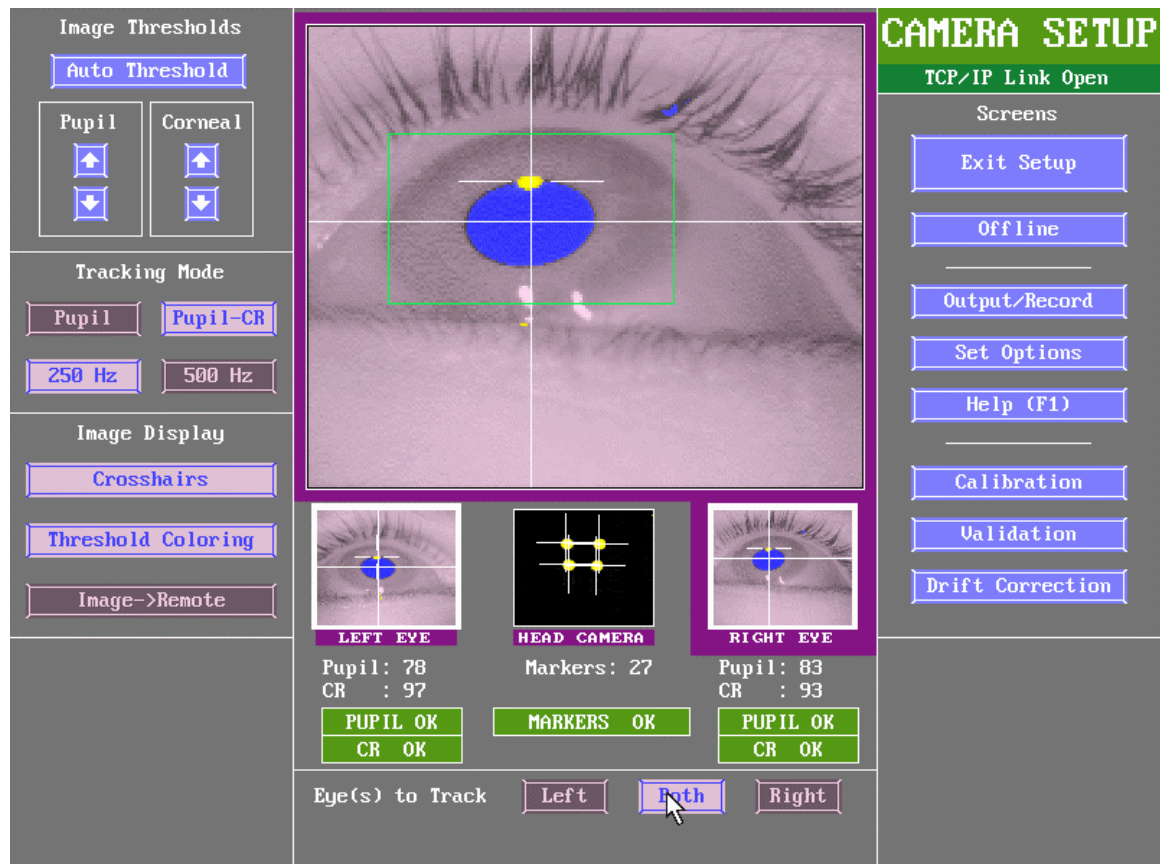
5.1 Host PC:n ohjelmat

Host PC:n hallintaohjelma (Host PC Tracker Application) ohjaa EyeLink II -laitteistoa. Se antaa mahdollisuuden laitteiston käyttämiseen pelkästään Host PC:ltä tai yhdessä Display PC:n kanssa Ethernet-yhteyden kautta. Hallintaohjelma toimii kiinteästi yhteen EyeLink II PCI-kortin kanssa, ja sen alustana toimii ROMDOS 7.1 -käyttöjärjestelmä. Hallintaohjelma ohjaa kuvankäsittelyä sekä näyttää ja tallentaa reaaliaikaista katseensijaintia. Hallintaohjelman avulla on mahdollista muuttaa laitteiston kaikkia tärkeimpiä säätöjä, ja se myös mahdollistaa kokeiden reaaliaikaisen seuraamisen. Kuvassa 7 on esitetty yleiskuvaus hallintaohjelman käyttöliittymästä.



Kuva 7. Yleiskuvas hallintaohjelman käyttöliittymästä [6, s.12].

Kun Display PC on käytössä, kokeen valvojalla on mahdollisuus tehdä säätöjä myös kokeen ollessa käynnissä. Hallintaohjelma sallii mittauksen aikana kokeen valvojan muokata esimerkiksi kameran asetuksia, uusia kalibrointi ja muuttaa tallennustoimintoja [10]. ROMDOS 7.1 -käyttöjärjestelmä mahdollistaa myös oman käyttöjärjestelmän (Windows 98, NT, 2000, XP) pitämisen Host PC:llä. Se vaatii osituksen tekemistä Partition Magic -ohjelmalla [8, s.10]. Esimerkki hallintaohjelman käyttöliittymästä on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Host PC Tracer -ohjelman käyttöliittymä [8, s.26].

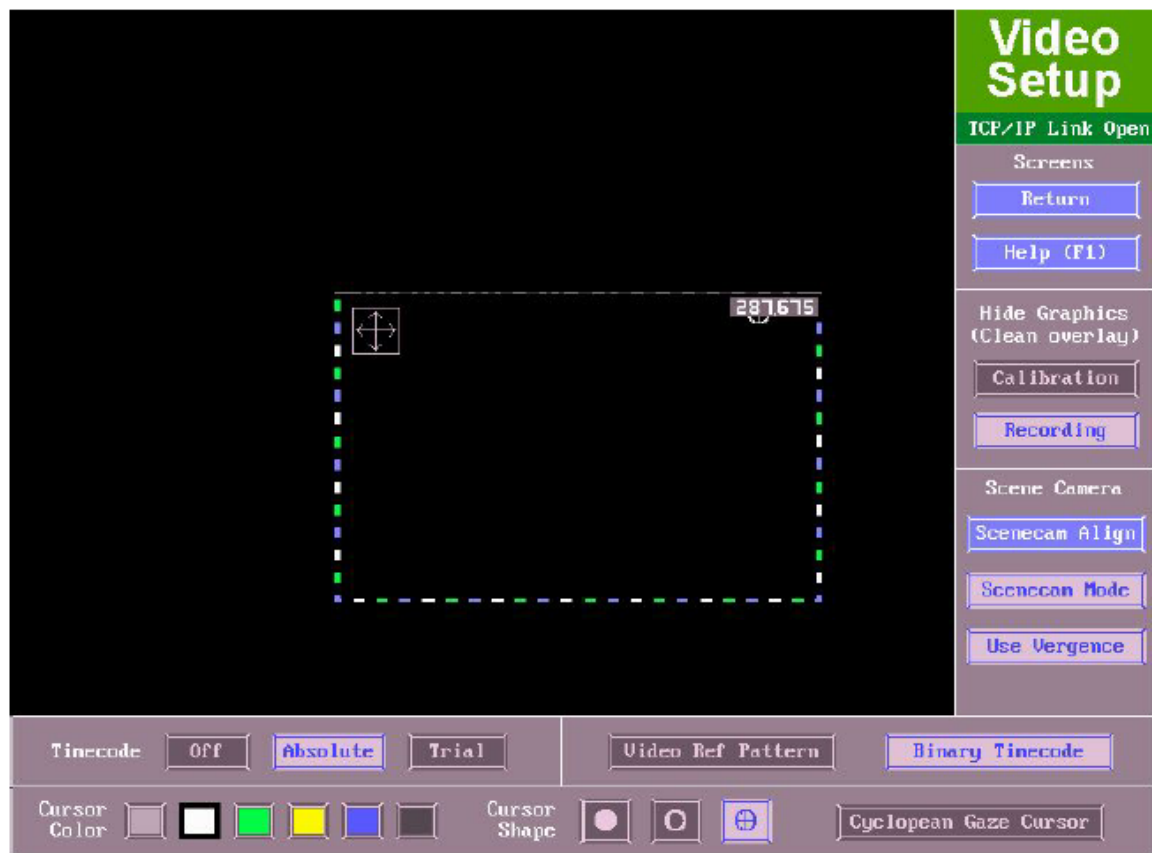
Yksi hallintaohjelman keskeisimmistä ominaisuuksista on kameroiden kalibrointi. Koeasetelmasta riippuen voidaan kalibroinnissa valita viisi erilaista kalibroitteikkua, joissa pisteiden määrä vaihtelee kolmesta kolmeentoista. Hallintaohjelma näyttää ennen varsinaisen kalibroinnin alkua silmäkameroiden välittämää kuvaa silmän sijainnista Display PC:n näytölle, mikä helpottaa huomattavasti kameroiden manuaalista kohdistamista.

Kameroiden kalibrointi sisältää kaksi eri vaihetta. Ensimmäisenä tehdään kalibrointi, jossa silmät fiksoidaan näytölle ilmestyvään pisteeseen ja painetaan näppäimistöä tai peliohjaimesta nappia. Tämän jälkeen näytölle ilmestyy piste eri kohtaan, ja kun silmä on kohdistunut siihen, silmän sijaintitieto tallentuu hallintaohjelmaan ja näytölle ilmestyy uusi piste. Kun ohjelma on saanut tallennettua

ennalta valitun määrän pisteitä, suoritetaan validointi. Se tekee edellä kuvatun sarjan mittauksia uudestaan [6, s.24–25], ja laskee toistossa esiintyvän virheen. Tällä menetelmällä kamerat saadaan kalibroitua tarkasti.

Kameroiden sijainti voi muuttua kokeen aikana esimerkiksi lihasjännityksen ja ympäristön tärinän takia. Koetilanteiden välissä näytölle ilmestynvä kalibrintipiste tekee mahdolliseksi kokeen aikaisen sijainnin korjauksen. Jos virhe on korjauksessa liian suuri, hallintaohjelma määrää kokeen aikaisen kalibroinnin tekemisen. Näin varmistetaan mittaustulosten pätevyys [6, s.28].

Hallintaohjelman avulla voidaan tehdä valintoja lisälaitteille, kuten Scene-kameralle ja Video Overlay -laitteelle. Jos Display PC:ssä käytetään EyeLink Developers Kit -ohjelmia, useimmat edellä mainituista toiminnoista voidaan ohjelmallisesti kontrolloida Display PC:ltä [10]. Scene-kameran asetukset ja kalibrinti on integroitu hallintaohjelmaan. Sen ohjaaminen onnistuu myös Ethernet-linkin välityksellä display PC:ltä. Kuvassa 9 on esitetty Video Overlayn ja Scene-kameran hallintasivu Tracker -ohjelmassa.



Kuva 9. Video overlayn ja Scenekameran hallintasivu Host PC:llä [7, s.7].

EyeLink C Developers Kit tarjoaa C-käyttöliittymän seurantaohjelman avulla pääsyn reaaliaikaisen datan käsittelyyn ja kokeissa tapahtuvien tilanteiden ajan määrittämiseen EyeLink -datatiedostoihin. Sovellusten ohjelmoinnin käyttöliittymä (API) tekee EyeLink-sovellusten ohjelmoinnin helpoksi ja nopeaksi. C Developers Kit vaatii toimiakseen Service pack 1 -asennuksen Windowsiin [10].

C API tarjoaa pääsyn kummankin silmän näytteisiin ja silmän tapahtumien tietoihin C-kielen kautta. Tietoa lähetetään Host PC:stä Display PC:hen Ethernet-linkin välityksellä. Kummatkin datatiedostot tallentuvat molemmille koneille, joten tietoa ei kadoteta. Data sisältää tietoa esimerkiksi ajasta, pupillin koosta, katseen sijainnista ja napin painamisesta kokeen aikana. Tämä tapahtumatiieto on saatavilla kolme millisekuntia kuvan ottamisen jälkeen C-muodossa. Silmän tapahtu-

mat (fiksaatiot, sakkadit, silmänräpyttelyt ja viestit) ovat saatavilla 20–30 millisekuntia tapahtumien jälkeen.

Developers Kit ja API tarjoavat useita Sample-ohjelmia, joiden mukana tulee niiden C-koodi. Sen avulla käyttäjän on helppo tutustua niiden ohjelmointiin [10].

Python EyeLink (Pylink) -moduuli antaa Python-ohjelmoinnille kaikki samat toiminnot kuin C API, mutta Python -ohjelmointiympäristössä. Pylink sallii tracker-ohjelman käyttämisen, reaaliaikaisen datan käsittelyn ja silmädatan ulkoisen synkronisoinnin ulkoapäin tulevan viestin avulla [10]. Edellä kuvattuja ohjelmointityökaluja voidaan käyttää ohjelmoitaessa koeasetelmia, joiden tekemiseen Experiment Builder ei sovellu. PyLink -työkaluja voidaan käyttää esimerkiksi kun ohjelmoidaan koeasetelmia kahden eri EyeLink II -laitteiston välille, koska Experiment Builder ei tue sitä ominaisuutta.

5.2 Display PC:n ohjelmat

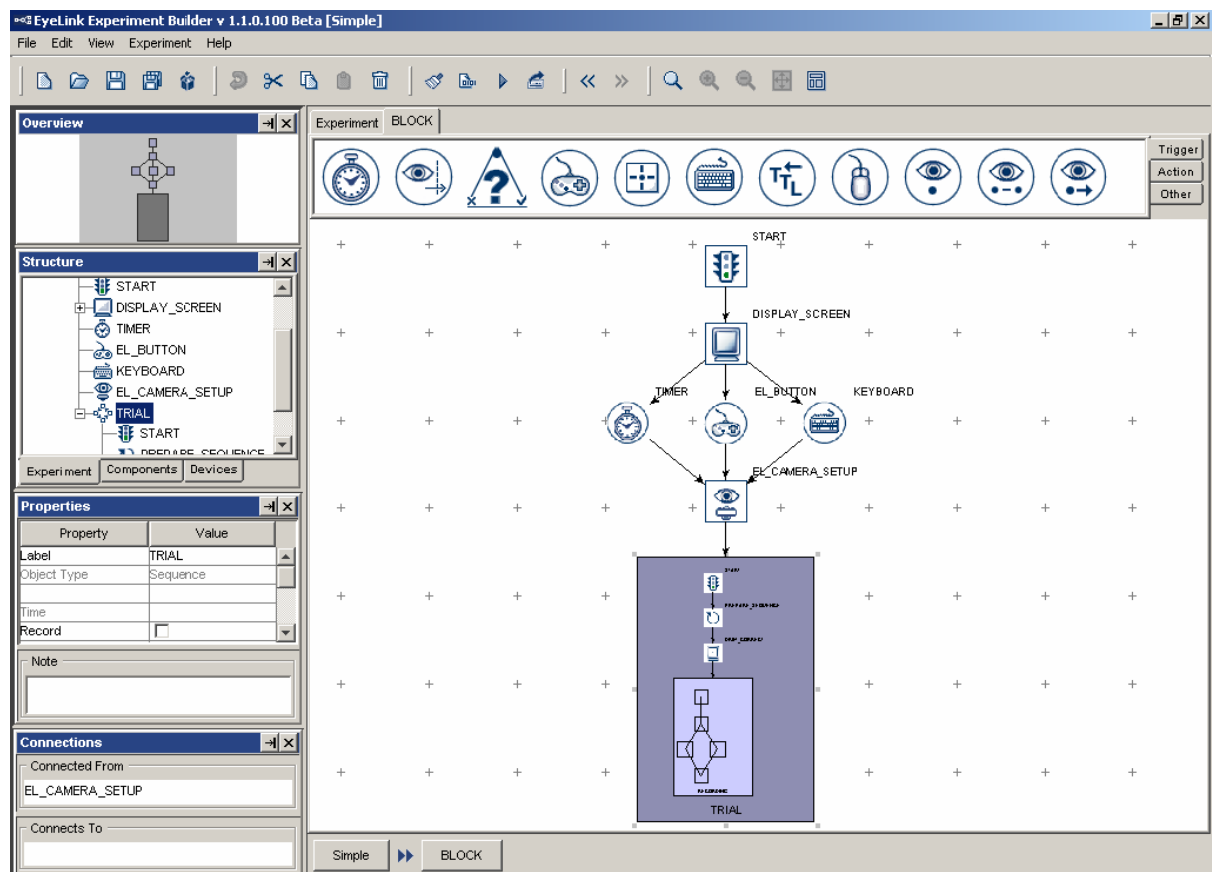
EyeLink II Display PC mahdollistaa joustavan tutkimusympäristön kokeiden tekemiseen. Laitteistoon kuuluvien ohjelmien avulla onnistuu niin kokeiden suunnittelu kuin tulosten analysoiminen Display PC:llä. Esimerkiksi kameroiden kalibrointi voidaan suorittaa ennen koetta ja sen aikana Display PC:n näytöllä. Lisäksi Display PC:ltä voidaan seurata lähes reaaliaikaista silmien ja Scene-kameran välittämää kuvaa.

Experiment Builder

Experiment Builder on visuaalinen koeasetelmien luomiseen suunniteltu työkalu, jota käytetään apuna erityisesti psykologisissa ja neurologisissa tutkimuksissa. Se on helppo ja joustava käyttää, koska kokeiden rakentaminen ei vaadi ohjelmointikielen osaamista [9]. Graafinen käyttöliittymä sisältää erilaisia valmiita toimintoja pienissä laatikoissa ja ympyröissä, joita voidaan sijoittaa suunnittelupohjalle haluttuun järjestykseen. Kuvassa 10 on esimerkki Experiment Builder -ohjelman koeasetelmapohjasta. Laatikot johdotetaan toisiinsa siinä järjestyksessä,

sä, jossa ohjelman halutaan etenevän. Ohjelma sisältää suuren määrän erilaisia säätötoimintoja, joilla voidaan säätää esimerkiksi viiveitä ja erilaisia asetuksia.

Experiment Builder -ohjelman koeasetelmat voidaan suunnitella erittäin tarkoiksi, sillä ohjelma toimii millisekunnin tarkkuudella. Helpoin tapa koeasetelman rakentamiseen on käyttää pohjana valmista esimerkkiä, jolloin muokkaamalla siitä saadaan helposti haluttu koetilanne. Myös koeasetelman testaaminen on helppoa, koska koeasetelman toimivuuden voi testata Experiment Builderilla ja korjata havaitut virheet ja puutteet välittömästi. Experiment Builderilla tehdyt valmiit koeasetelmat voidaan kääntää exe-tiedostoksi Deploy-toiminnon avulla. Tämän jälkeen koeasetelma toimii itsenäisenä ohjelmana.



Kuva 10. Esimerkki Experiment Builder -ohjelman koeasetelmapohjasta [11, s.20].

Kun koeasetelma käynnistetään, ohjelma kysyy nimeä tallennettavalle tiedostolle ja kokeen datasivua. Seuraavana on vuorossa kameroiden kohdistaminen. Ensimmäiseksi säädetään kameroiden sijainti silmiin nähden. Tämän jälkeen säädetään kameroiden tarkkuus sekä kuvauksen herkkyyys liikkeiden mittaamista varten. Seuraavaksi suoritetaan kalibrointi ja validointi, joissa koehenkilö seuraa silmillään näytöllä näkyviä pisteitä. Näillä saadaan säädettyä kamerat tarkasti ja varmistetaan että kokeesta saatavat tulokset ovat tarkkoja. Lisäksi tässä vaiheessa havaitaan, mikäli koehenkilöllä on ongelmia silmien kohdistamisessa. Koehenkilöllä voi esimerkiksi olla suuria vaikeuksia kohdistaa kummatkin silmät tarkasti kohteeseen.

Ennen varsinaisen kokeen alkua näytölle tulee fiksaatiopiste, jota katsomalla ja nappia painamalla koehenkilö käynnistää kokeen. Fiksaatiopisteen tehtävänä on tarkistaa ja korjata kalibrointia, mikäli siinä ilmenee ongelmia. Jos kokeessa on useampia vaiheita, tulee fiksaatiopiste yleensä näytölle niiden välissä. Kokeen tulokset tallentuvat ohjelman tulokset-kansioon. Tiedosto tallentuu EDF-muotoon. EyeLink-ohjelmistoon kuuluu Data Viewer -ohjelma, jonka avulla koe-tuloksia analysoidaan.

Data Viewer

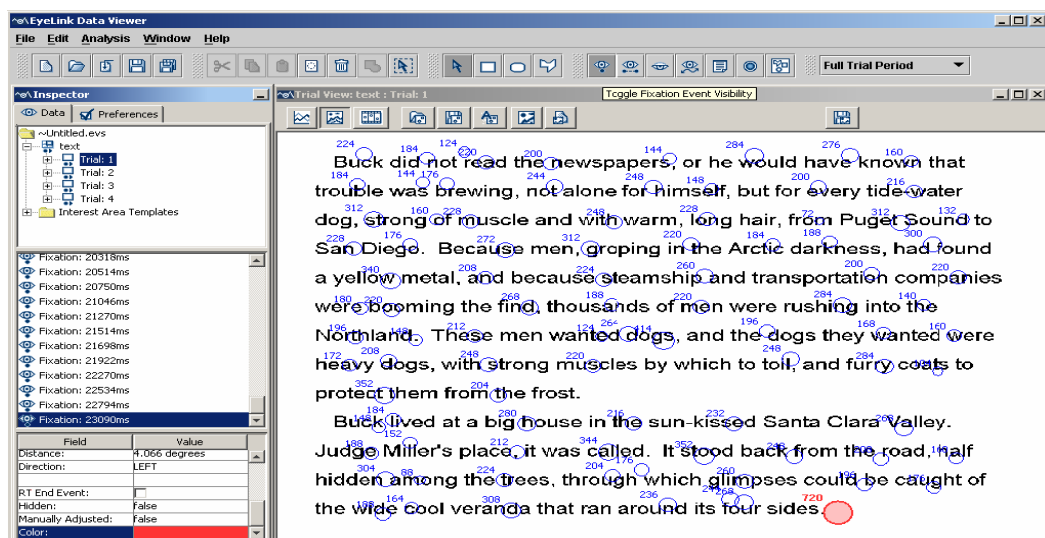
Data Viewer -ohjelma on monipuolinen työkalu kokeista saatujen tulosten analysointiin. Sen avulla saadusta silmänliikedatasta voidaan tutkia, suodattaa ja valita kiinnostavat tiedot lisäanalyysijä varten. Käyttäjä voi asettaa esimerkiksi kiinnostusalueita sanojen ympärille fiksaatioiden määrän selvittämiseksi. Tutkitavaksi voidaan myös valita yksi tai useampia suureita, kuten esimerkiksi fiksaatiot, sakkadit tai intressi- alueet. Myös useita tiedostoja voidaan analysoida samanaikaisesti [11].

Data Viewer -ohjelmassa on valittavana kolme erilaista katselumallia tulosten tarkasteluun. Spatial Overlay- ja Temporal Graph -näkyvässä käyttäjä voi määrittää, halutaanko hän tarkastella fiksaatioita, sakkadeja, silmän räpäytyksiä,

viestejä tai napin painamisajankohtia. Lisäksi voidaan tarkastella katseen polkua eri trialeissa. Animaation Viewissä voidaan toistaa videokuvana katseen kulkua valitusta trialista. Ohjelmassa on myös mahdollisuus katsoa kahta näyttöä yhtä-aikaisesti. Kuvassa 11 on esimerkki lukututkimuksen analysoimisesta Data Viewerin avulla. Kuvassa analysointi-ikkunaksi on valittu Spatial Overlay -näkymä.

Vasemmalla ylin ikkuna kertoo, montako trialia koeasetelmassa on ja sen alapuolella olevaan ikkunaan on valittu esitettäväksi fiksaatioiden alkamisajankohdat. Alin ikkuna vasemmalla antaa tietoa esimerkiksi sakkadien kestoista ja fiksaatioiden määrästä. Siitä on myös mahdollista tehdä tulosten esittämiseen liittyviä valintoja. Luetun tekstin päällä olevat ympyrät ovat koko kuvaa fiksaatioita. Niiden yläpuolella oleva arvo näyttää ajan millisekunteina ja myös pallon fiksaation kestoa.

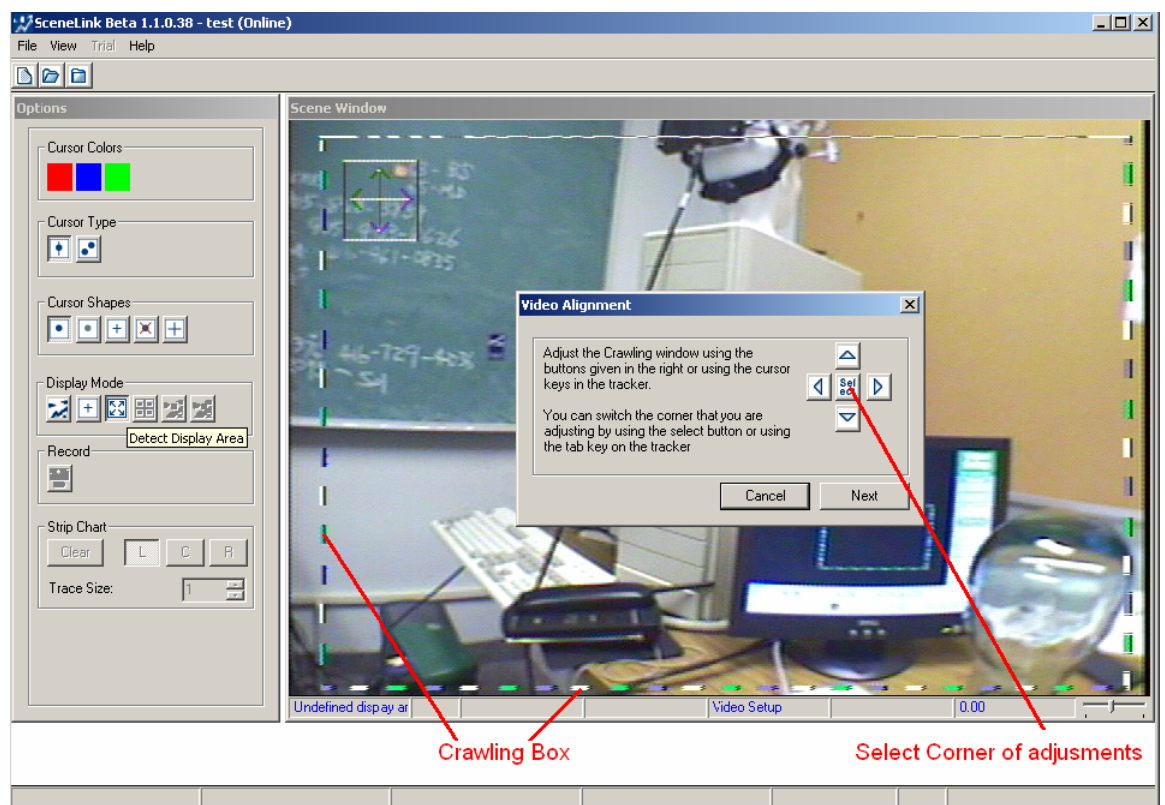
Data Viewer -ohjelmassa on tulosten tarkastelua varten työkalu, jolla voidaan tutkia satoja eri silmänliikeparametrejä. Kuvassa 11 on ylärivissä Analysis-valikko, josta voidaan esimerkiksi valita tarkasteltavaksi Fixation, Saccade, Interest Area tai Trial Report. Valitsemalla Fixation Report saadaan kymmenistä eri fiksaatioparametreista valita kiinnostavat arvot tutkittavaksi. Ne tallennetaan Excel- tai txt- tiedostomuotoon jatkokäsittelyä varten.



Kuva 11. Lukututkimuksen analysoiminen Spatial Overlay-ikkunasta [13, s.22].

SceneLink

SceneLink-ohjelman avulla on mahdollista tallentaa ja toistaa Scene-kameralla kuvattua ympäristöä, silmänliikkeitä ja ääntä. Edellä mainittujen ominaisuuksien lisäksi ohjelman avulla voidaan ohjata Scene-kameran valikkoa, kalibrointia, validaatiota ja syvyyskorjausta. Ohjelman avulla on mahdollista seurata lähes reaaliaikaisesti katseen sijaintia. Integroitu aikakoodi tekee mahdolliseksi millisekunnin tarkkuudella synkronoidun scene-videon ja silmänliikkeen. Ohjelma tekee valmiista aikakoodin sisältävästä tiedostosta avi-videon [14]. Kuvassa 12 on esitetty SceneLink-ohjelman käyttöliittymästä yksi kalibrointivaihe, jossa Overlay-ikkunan koko määritetään.



Kuva 12. SceneLink-ohjelman käyttöliittymä [7, s.34].

SceneLink-ohjelman äänen tallennus tapahtuu muista EyeLink II -ohjelmista poikkeavalla tavalla. Äänen tallentamiseksi tarvitaan ulkoinen vahvistin, johon mikrofoni kiinnitetään. Vahvistimesta tulee viedä ääni RCA-johtoa pitkin Canopus

ADC-laitteen audio sisäänmenoon. Canopus-laitteen pohjasta on tarkastettava dippikytkimen asento, jolla valitaan 32 kHz/12-bit 4-kanavainen ääni. SceneLink-ohjelman vaatii myös toimiakseen DirectX 9.0c -version asennuksen koneelle [7, s.21–22].

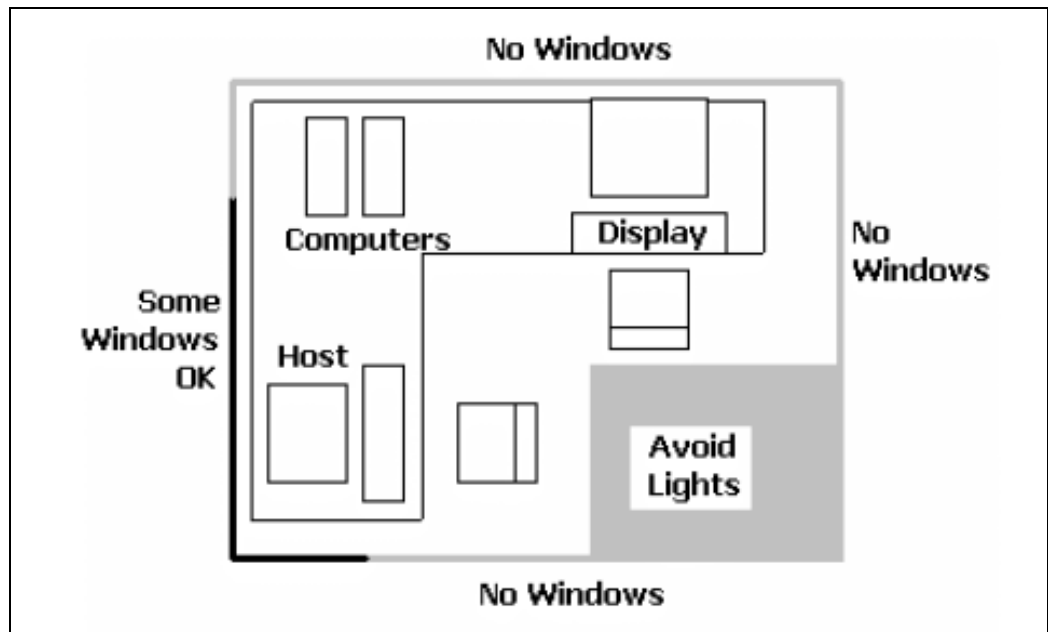
Haluttujen suureiden määrittäminen EDF-tiedostoista ei kuitenkaan aina onnistu edellä mainituilla ohjelmilla, joten tiedoston käsittelyä varten on kehitetty oma työkalu. EyeLink II -ohjelmistoon kuuluu *EDF2ASCII-ohjelma*, jonka avulla on mahdollista kääntää valittu EDF-tiedosto tekstimuotoon [6, s.83]. Jotta kääntäminen onnistuisi, se on ensin kopioitava EDF2ASCII -ohjelman kansioon. Tiedoston avaaminen onnistuu tämän jälkeen lähes kaikilla tekstinkäsittelyohjelmilla ja tietojen siirtäminen tilastonkäsittelyohjelmaan on tämän jälkeen mahdollista.

6 EYELINK II-SILMÄNLIIKEANALYYSILAITTEISTON KOKOAMINEN JA LAITTEISTOJEN YHDISTÄMINEN

Tässä luvussa käsitellään silmänliikelaitteiston kokoaminen pääpiirteittäin. Laitteiston kokoaminen viedään tässä pisteeseen, josta ohjelmien asentaminen alkaa. EyeLink II Installation Guide -kirjassa on yksityiskohtaisesti kuvattu ohjelmien asentaminen, joten sitä ei käsitellä tässä luvussa tarkemmin. Tässä luvussa kerrotaan myös kahden erillisen laitteiston yhdistämisestä yhdeksi interaktiiviseksi kokonaisuudeksi. Luvussa kuvataan kahta laitteistojen yhdistämismenetelmää ja keskitytään tarkastelemaan paremmaksi todettua ja toteutettua menetelmää.

6.1 Laitteiston kokoaminen

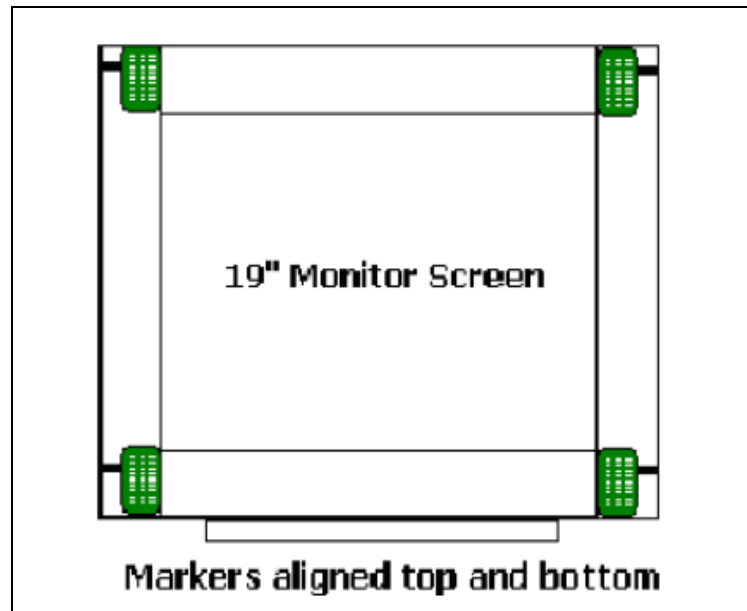
Ennen laitteiston kokoamista on syytä kiinnittää huomiota laitteiston järkevään sijoittamiseen laboratoriossa. Laitteiston tarjoamia mahdollisuuksia ei pystytä hyödyntämään täysin, ellei tutkimusympäristö täytä sille asetettuja vaatimuksia. Ihanteellinen ympäristö laitteistolle on riittävän suuri ja hiljainen tila, joka on väriykseltään neutraali. Tärkeää olisi myös, että laboratoriotilat sisältäisivät mahdollisimman vähän luonnonvaloa heijastuksen minimoimiseksi. Kuitenkin muista valonlähteistä saatava valo tulisi olla riittävä kokeiden suorittamiseen [8, s.2–3]. Kuvassa 13 on esitetty yksi suositus laitteiden asetteluun.



Kuva 13. Esimerkki laitteiden sijoittamisesta tutkimuslaboratorioon [8, s.2].

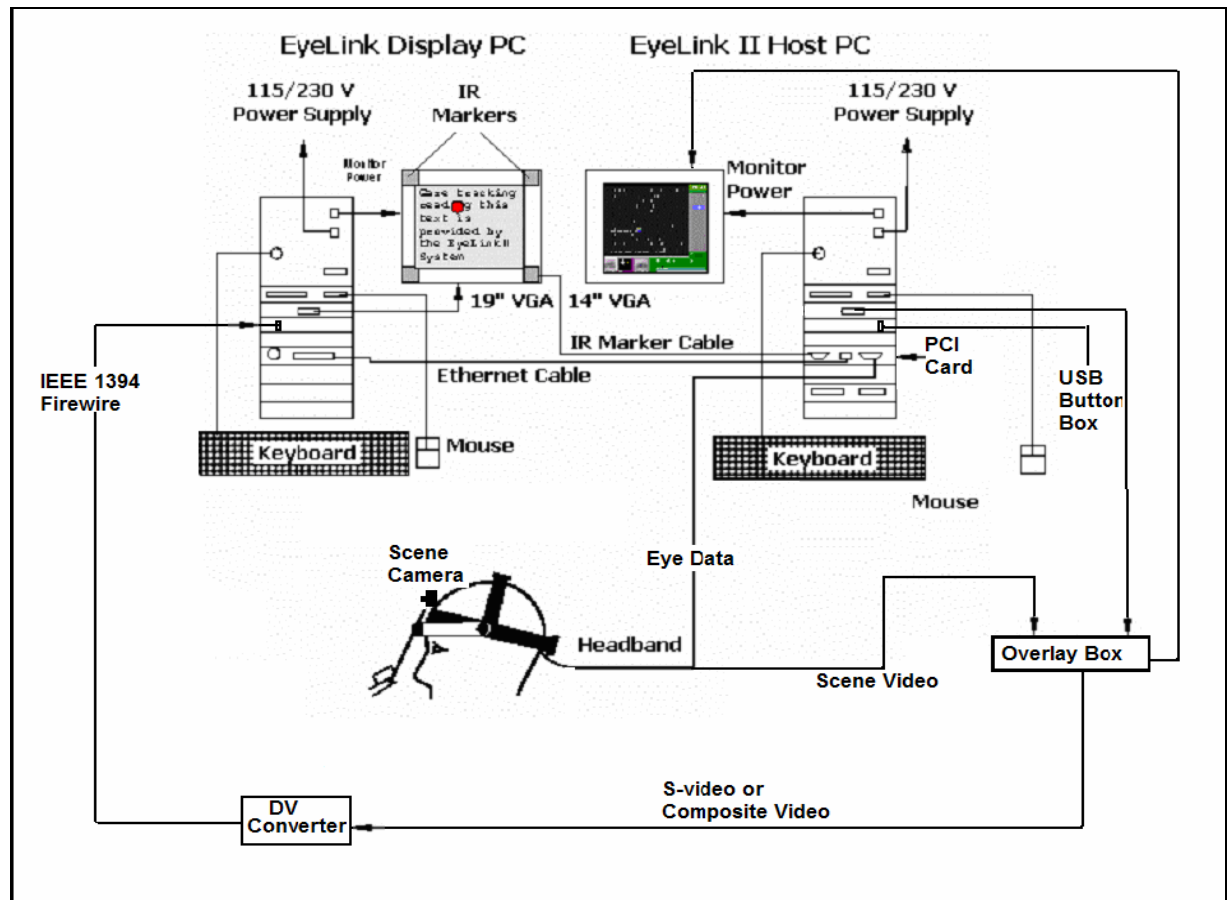
Seuraavaksi käydään läpi EyeLink II -laitteiston kokoaminen. Asennuksen läpiviemiseksi on hyvä varata aikaa noin kaksi tuntia [8, s.1]. Ennen asennuksen aloittamista tulee tarkistaa, että seuraavat laitteet, komponentit ja levyt ovat saatavilla. EyeLink II-laitteistoon kuuluvat PCI-kortti (Host-yksikössä), EyeLink II -pääpanta, peliohjain ja infrapunalähetinkaapelit. Koneiden väliseen tiedonsiirtoon tarvitaan Ethernet-kaapeli. Lisäksi tarvitaan EyeLink II -Software CD, ROMDOS BootDisk ja kolme tyhjää korppu-levyä System Commander -ohjelman recovery-levyiksi [8, s.3–4]. Laitteistoon tarvitaan myös kaksi tietokonetta.

Kokoamisen ensimmäisenä vaiheena infrapunalähettimet kiinnitetään Display-näytön kulmiin. Tarrojen kiinnittäminen onnistuu parhaiten kaksipuolisella teipillä. Asennuksen jälkeen niiden sijainti on mitattava ja saadut arvot muutettava Host PC:llä sijaitsevaan physical.ini-tiedostoon [8, s.30]. Kuvassa 14 on esitetty infrapunalähettimien sijoittaminen näytön laitoihin.



Kuva 14. Infrapunalähettimien sijoittaminen Display PC:n näytölle [8, s.32].

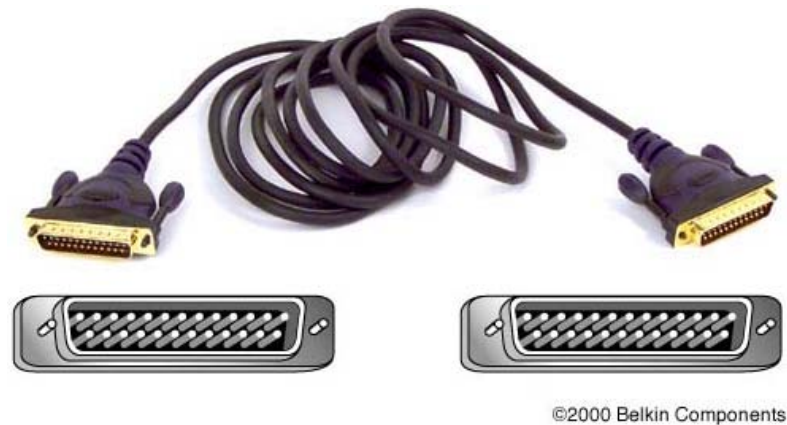
Kun laitteet on aseteltu haluttuun järjestykseen, aloitetaan johtojen kytkeminen laitteiden välille. Kuvassa 15 havainnollistetaan laitteiden välisiä johdotuksia. Ensimmäiseksi tietokoneisiin yhdistetään näppäimistö, hiiri, virtalähde ja monitorit. Sen jälkeen EyeLink PCI -korttiin kytketään infrapunalähettimien sekä Ethernet-yhteyden johto Display PC:n verkkokortista. Sitten on vuorossa EyeLink II -laitteen kytkeminen PCI -korttiin. Viimeiseksi kytketään peliohjain Host PC:n USB-porttiin. Tarvittaessa tulee käyttää jatkojohtoa, koska peliohjaimen johto on lyhyt [8, s.8–9].



Kuva 15. EyeLink II -laitteiden väliset johdotukset [8, s.9].

6.2 Laitteistojen yhdistäminen TTL-pulssin avulla

Ensimmäinen menetelmä laitteistojen yhdistämiseksi tapahtuu TTL-pulssin avulla. Sillä voidaan toteuttaa laitteiden välillä vain yksinkertaisia toimenpiteitä, kuten triggerinä toimimista. Sen avulla voidaan esimerkiksi lähettää signaali laitteistosta toiseen yhtäaikaisten kokeiden synkronoimiseksi. Menetelmän mahdollisuuksia rajoittaa jo suuresti se, että yhteys koneiden välillä toimii vain yksisuuntaisesti. Laitteistot yhdistetään toisiinsa kirjoitinporttien välityksellä. Tähän tarkoitukseen sopiva johto on Belkin suorakaapeli. Se on esitetty kuvassa 16.



Kuva 16. Belkin suorakaapeli [15].

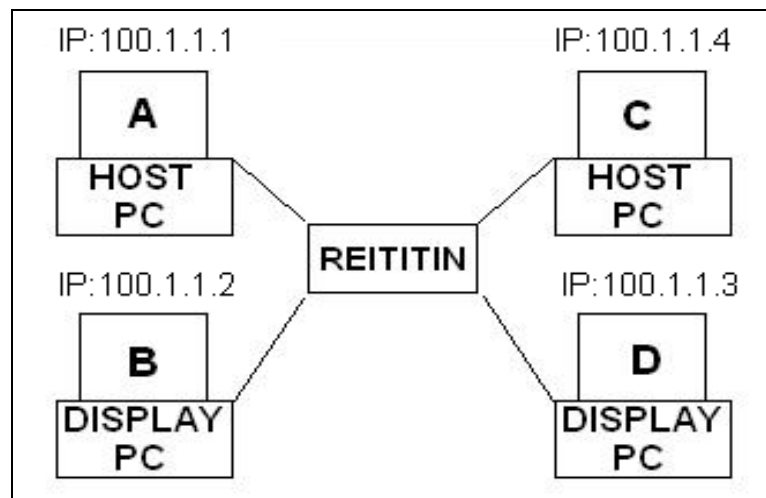
Experiment Builder sisältää kaksi graafista ohjelmointityökalua TTL-pulssin avulla tapahtuvaan tiedonsiirtoon. B-koneella on käytettävä työkalua, jossa kolmion sisällä on isoin kirjaimin TTL ja nuoli poispäin kolmiosta. Se tarkoittaa, että A-kone lähettää signaalin ulospäin. D-koneella on käytettävä työkalua, jossa kolmion sisällä lukee TTL ja nuoli osoittaa sisäänpäin. Se tarkoittaa, että kone vastaanottaa signaalia. Experiment Builder sisältää suuren määrän erilaisia asetuksia TTL-pulssin avulla tapahtuvaan yhdistämiseen.

6.3 Laitteistojen yhdistäminen reitittimen avulla

Toinen menetelmä kahden laitteiston yhdistämiseksi on niiden kytkeminen reitittimen avulla. Se antaa mahdollisuuden kaksisuuntaiseen liikennöintiin laitteistojen välillä. Näin voidaan esimerkiksi rakentaa koeasetelmia, joissa koehenkilöt ratkaisevat tehtäviä yhdessä (esimerkiksi *palapeliä*). *Reitittimen vaatimuksena on sopiva liikennöintinopeus ja vähintään neljä vapaata porttia.* Yhteys laitteiden välillä tulee toimia 10/10MB-nopeudella.

Nopeampikin reititin tulee kyseeseen, jos sen nopeus voidaan rajoittaa edellä mainittuun. Seuraavaksi tulee valita, kumpi laitteistoista on ensisijainen kokoon-

pano (A ja B) ja toissijainen kokoonpano (C ja D). Laitteiden mukana tuleva ris-tiinkytketty Ethernet-kaapeli on poistettava Host- ja Display-koneiden väliltä. Rei-tittimen ja koneiden välisten tietoliikennekaapelien tulee olla suoria kaapeleita. Kuvassa 17 on esitetty reitittimen ja tietokoneiden väliset kytkennät ja niiden IP-osoitteet.

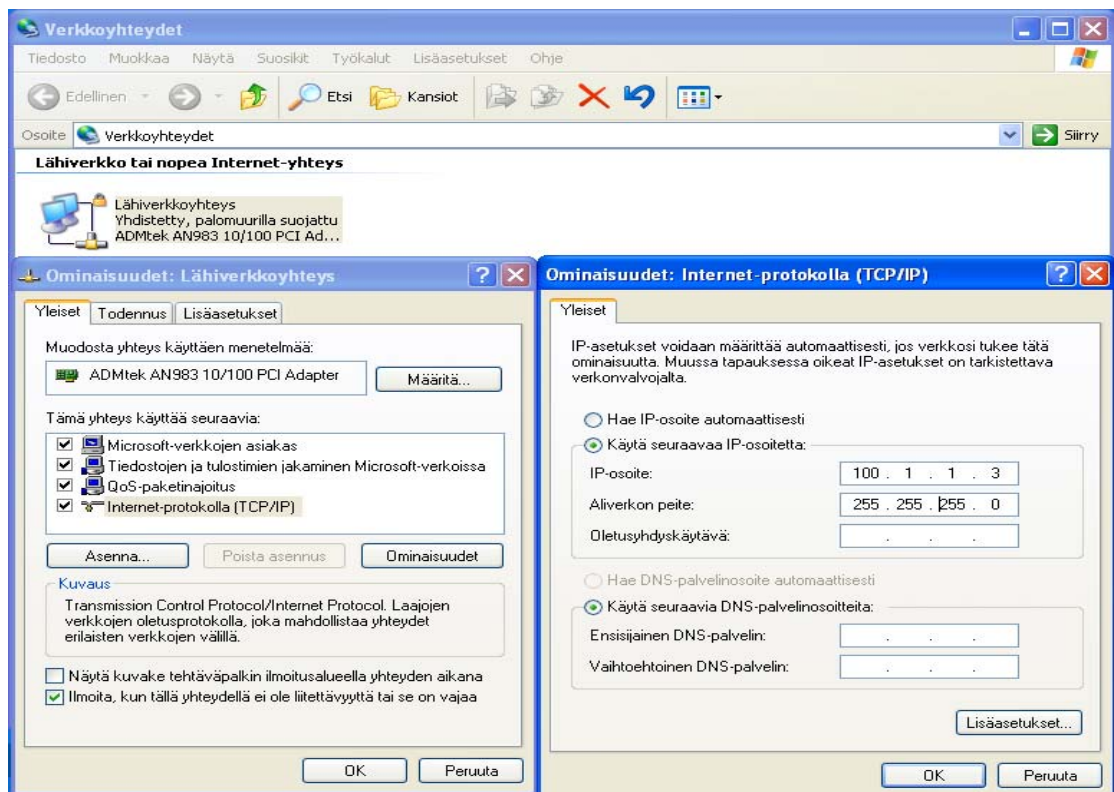


Kuva 17. Reitittimen ja tietokoneiden väliset johdotukset sekä IP-osoitteet.

Koneiden IP-tunnukset on muutettava, jotta yhteys koneiden välillä saadaan toimi-maan. A ja B-koneiden tunnukset ovat tehdasasetuksilla sopivat ja C- ja D-koneiden IP:t tulee määrittää uudelleen. C-koneen eli Host PC:n IP:n muuttami-nen on tehtävä c:\EyeLink2\exe-kansiossa olevaan Eyenet.ini-tiedostoon. Kirjoit-tamalla kansiossa edit eyenet.ini pääsee tiedoston sisälle tekemään tarvittavia muutoksia. Tiedostossa on tehdasasetuksena IP-osoite 100.1.1.1, 255.255.255.0. Se tulee korvata 100.1.1.4, 255.255.255.0 -osoitteella. Se on muutettava tiedoston alussa ja lopussa oleviin osoitteisiin. Näin poistetaan IP-asetuksien päällekkäisyys A- ja C-koneiden väliltä.

D-koneen IP-asetukset muutetaan Windows-ympäristössä. Muuttaminen onnis-tuu seuraavasti. Paina käynnistä → Asetukset → Verkkoyhteydet. Tämän jäl-keen painetaan oikeanpuoleista hiiren nappia EyeLink-yhteyks kuvakkeen päällä. Sitten valitaan ominaisuudet, jonka jälkeen ominaisuudet-ikkuna avautuu. Seu-

raavaksi tarkistetaan, että Internet-protokolla (TCP/IP) -kohdan edessä on rasti ja painetaan kahdesti tekstiä. Sen jälkeen muutetaan avautuvaan ikkunaan kuvan 18 mukaiset arvot. Tämän jälkeen valitaan OK, jolloin muutokset tulevat välittömästi voimaan.



Kuva 18. IP-osoitteen muuttaminen D-koneelta.

Laitteistojen yhdistämisen jälkeen voidaan testata yhteys. Kokeen suorittamista varten tarvitaan koehenkilö molemmille koneille. Yhteyden testaamiseksi voidaan käyttää laitteiston valmistajan toimittamaa *Primary*- ja *Secondary*-ohjelmia. *Primary* -ohjelma tallennetaan B-koneelle ja *Secondary* -ohjelma D-koneelle. Tarvitaan myös *Primary* -ohjelma B-koneelle ja *Secondary*-ohjelma D-koneelle. Ohjelmien käynnistämisen jälkeen seuraamalla näytölle tulevia ohjeita päästään varsinaiseen kokeeseen. Yhteyden toimiessa näkyvät taustalla olevan kuvan päällä reaaliajassa molempien koehenkilöiden silmänliikkeet. Seuraavan luvun lopussa on esitetty esimerkki kahden laitteiston avulla toteutetusta kokeesta.

7 EYELINK II -LAITTEISTOLLA TOTEUTETTUJA MITTAUKSIA

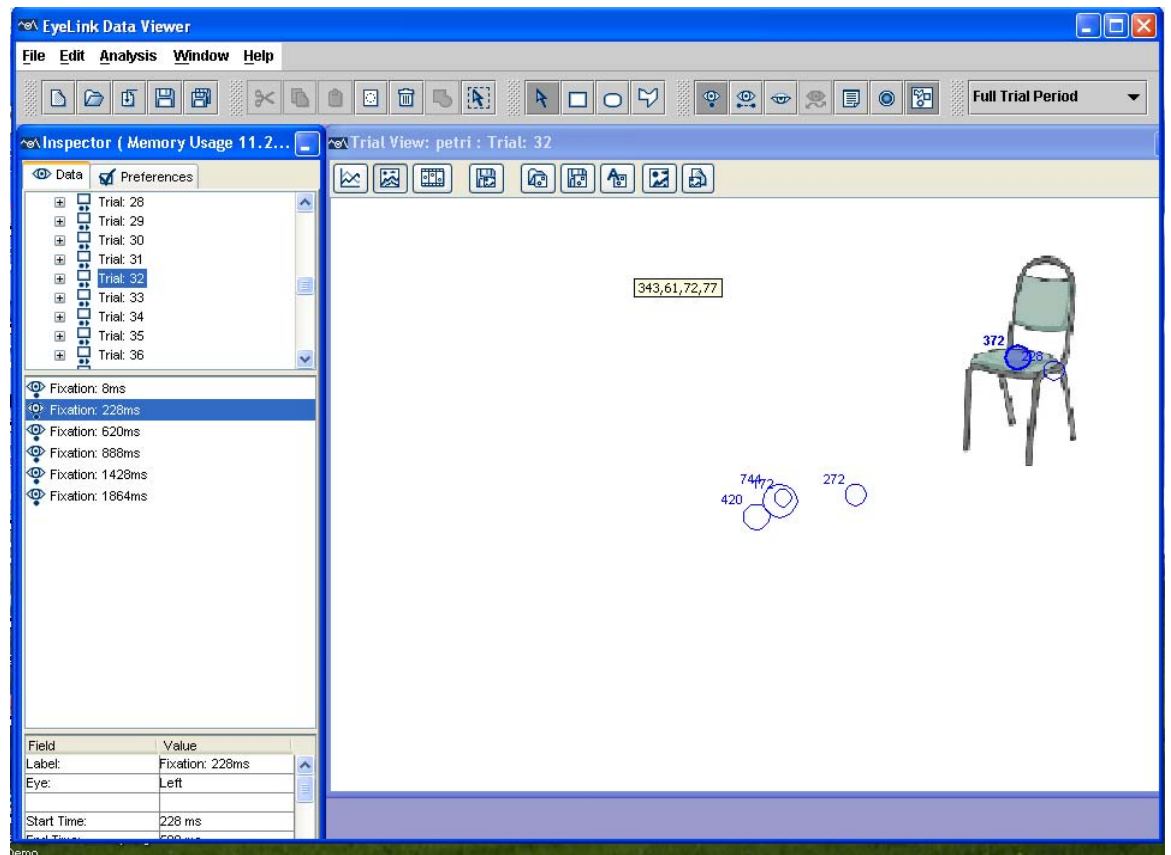
Kesän ja syksyn 2006 aikana olemme osana laajempaa lukututkimusta toteuttaneet erilaisia koeasetelmia EyeLink II -laitteistolla. Tutkimuksiimme on osallistunut noin 30 koehenkilöä. Tämän luvun tarkoituksena on esitellä EyeLink II -laitteiston avulla tekemiämme mittauksia ja tuloksia. Lisäksi luvussa esitellään kahden laitteiston avulla toteutettua mittausta.

PicAndWordsTrial

PicAndWordsTrial-koeasetelmalla selvitettiin, onko lukunopeus sama luettaessa ääneen tekstiä, kuvia ja geometrisiä muotoja. Oletuksena tutkimuksessa oli, että viiveissä ei sanojen ja kuvien välillä ole merkitsevää eroa. Myöskään geometristen muotojen viiveiden ei tulisi erota sanoista ja kuvista merkitsevästi.

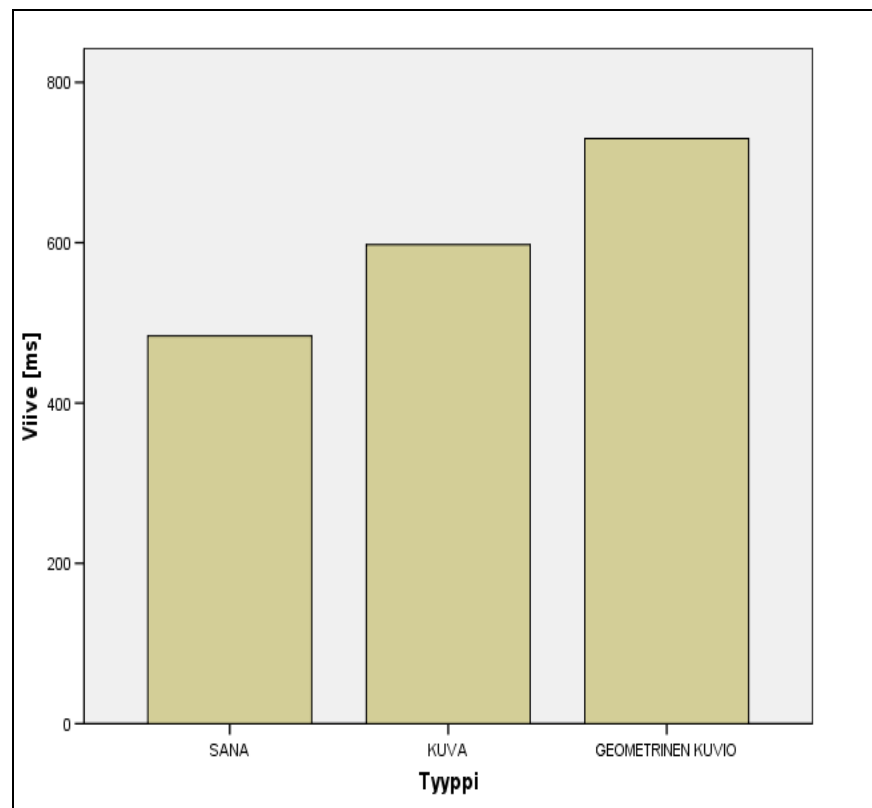
Experiment Builder -ohjelman avulla rakennettiin koeasetelma, jossa oli 60 erilaista tilannetta. Kokeessa näytölle ilmestyi vuoroin kuvia, sanoja tai geometrisiä muotoja. Koehenkilön tehtävänä oli sanoa mahdollisimman nopeasti ääneen näytölle ilmestynvä kohde. Koeasetelmaan rakennettiin äänentallennus, ja kokeessa mikrofoni kiinnitettiin koehenkilöön, jolloin puhe tallentui EDF-tiedoston kanssa samaan hakemistoon.

Lukunopeuden määrittämiseksi analysoitiin aika hetkestä, jolloin koehenkilön ensimmäinen fiksaatio osui kohteeseen ja mitattiin siitä viive hetkeen, jolloin koehenkilö aloitti kohteen ääneen sanomisen. Tätä ajanjaksoa voidaan kutsua systeemiseksi viiveeksi. Kuvassa 19 on havainnollistettu ensimmäisen fiksaation määrittäminen Data Viewer -ohjelman avulla. Tallennetusta äänitiedostosta mitattiin kokeen alusta kulunut aika siihen hetkeen, jolloin koehenkilö sanoi kohteen ääneen. Saadut arvot syötettiin yksitellen Excel-taulukkoon.



Kuva 19. Ensimmäisen fiksaation määrittäminen Data Viewer -ohjelman avulla.

Seuraavassa vaiheessa jokaisen koehenkilön tulokset siirrettiin SPSS for Windows 14.0 -tilastonkäsittelyohjelmaan, josta ne sen jälkeen koottiin yhdeksi tiedostoksi. Tiedostosta suoritettiin tilastollisia analyyskejä ja tulokset osoittivat, että sanojen viive on huomattavasti lyhempi kuin kuvien. Geometrisissä kuvioissa viive oli vielä huomattavasti pitempi kuin kuvissa. Kuvassa 20 on esitetty PicAndWordsTrial-kokeen keskimääräiset viiveet eri tapauksissa.



Kuva 20. PicAndWords-trialin keskimääräinen systeeminen viive sanoissa, kuvissa ja geometrisissa kuvioissa ($n = 28$).

ReadTrial

ReadTrial-koeasetelmassa tutkittiin, onko lukunopeudessa eroja luettaessa tavallista tekstiä, kirjaimet sanan sisällä sekoitettua tekstiä tai yhteen kirjoitettua tekstiä. Perinteisen lukuteorian mukaan lukeminen on yksinkertaisesti kuvattu lineaarisesti etenevänä prosessina, jossa lukija analysoi tekstiä kirjain kerrallaan. Aikaisemmat tutkimustulokset Kajaanin yliopistokeskuksen psykologian tutkimusyksikössä, SkillLabissa, ovat antaneet viitteitä siitä, että vallitseva teoria ei pitäisi paikkaansa. Vallitsevan lukuteorian mukaan normaalin tekstin ja yhteen kirjoitetun tekstin viiveiden välillä ei tulisi olla juurikaan eroa, kun taas sekoitetun tekstin viive tulisi olla selvästi pitempi.

Experiment Builderin avulla rakennettiin koeasetelma, jossa käytettiin tekstiotteita Arkajalka -nimisestä sadusta. Niistä muodostettiin kolme noin 60 sanan mittaista trialia. Ensimmäinen trial oli normaalia tekstiä. Toisen trialin sanoista kir-

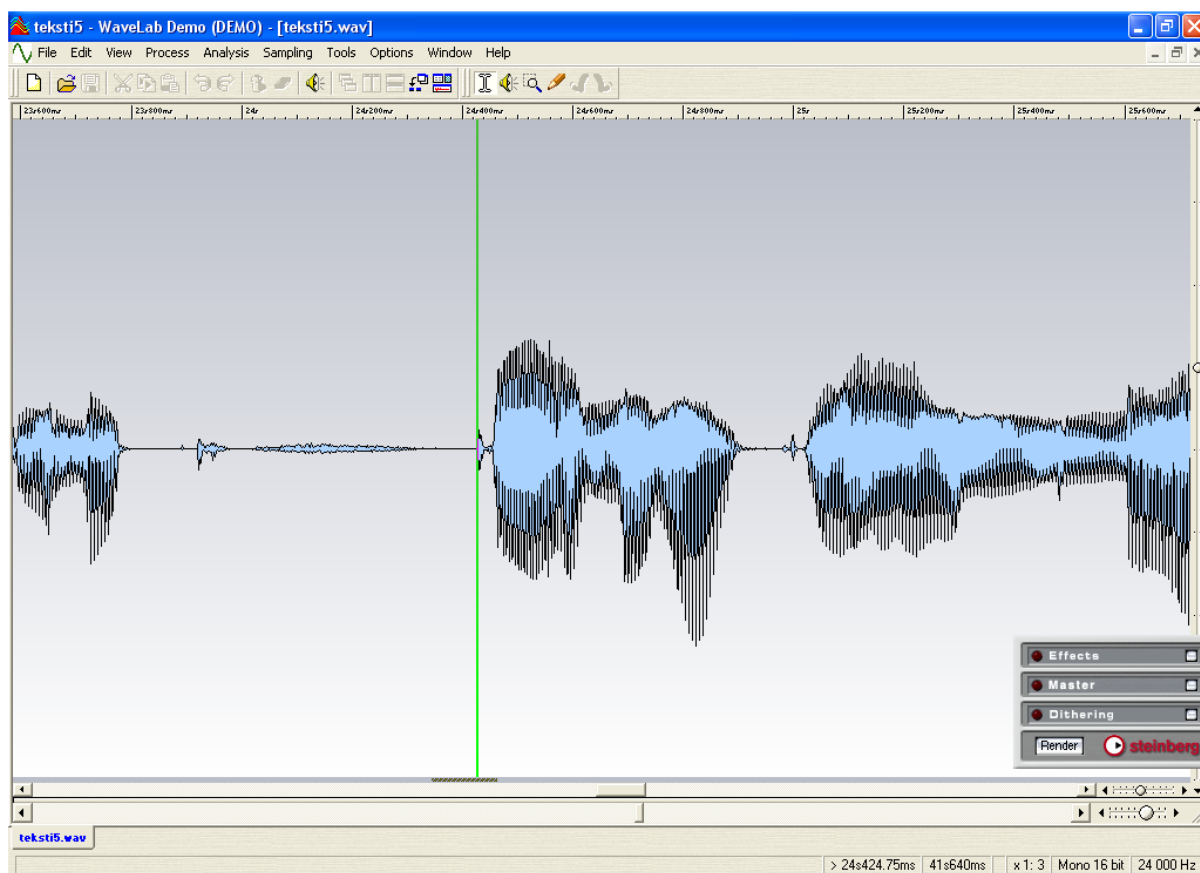
jaimet oli sekoitettu lukuun ottamatta ensimmäistä ja viimeistä kirjainta. Kolmannessa trialissa sanat olivat kirjoitettu oikein, mutta sanojen välissä ei ollut lainkaan välejä. Taulukossa 1 on esitelty eri tekstityypit.

Taulukko 1. Esimerkki eri tekstityypeistä.

Tavallinen teksti	Arkajalka oli peloton pukki
Sekoitettu teksti	Akrajakla oli poleton pkuki
Yhteenkirjoitettu teksti	Arkajalkaolipelotonpukki

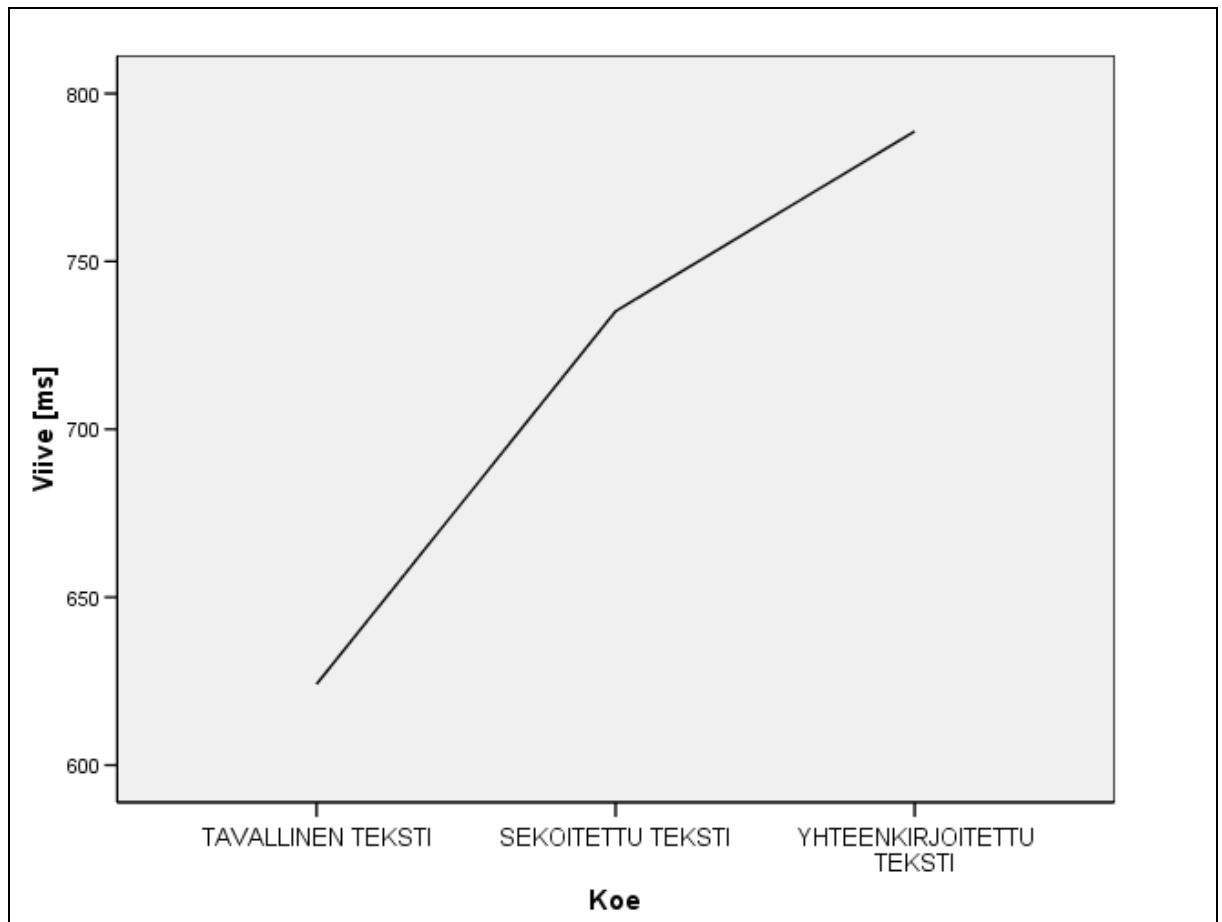
Koeasetelmassa koehenkilöä pyydettiin lukemaan normaalilla vauhdilla näytölle ilmestyvää tekstiä. Koehenkilöille kerrottiin myös, että näytölle tulee tekstiä, jossa kirjainten paikat eivät ole sanoissa kohdallaan. Heitä pyydettiin myös lukemaan tekstiä niin kuin he sen ymmärtävät. Heille kerrottiin myös, että näytölle tulee kolmannessa vaiheessa tekstiä, josta puuttuu sanavälit. Ohjeeksi sanottiin, ettei siihen tulisi kiinnittää huomiota, vaan lukea sitä normaaliin tapaan. Ensimmäisillä koehenkilöillä huomattiin, että EyeLink-laite liikahti usein kokeen aikana aiheuttaen sen, että fiksaatiopisteet sanoissa eivät olleet kohdallaan. Ongelma saatiin poistettua, kun otettiin käyttöön pupillin paikannuksen lisäksi kornean reflektion mittausta.

Systeemisten viiveiden analysointi toteutettiin samalla periaatteella kuin PicAndWordsTrial-koeasetelmassa. Jokaisen sanan ensimmäinen fiksaatiopiste analysoitiin, ja äänitiedostosta määritettiin puheen alkamisajankohta kokeen alusta. Saadut arvot tallennettiin Excel-tiedostoon. Kuvassa 21 on esitetty, kuinka määritetään puhutun sanan alkamisajankohta. Apuna analysoinnissa käytettiin WaveLab-ohjelmaa. Sen jälkeen arvoista muodostettiin SPSS-tiedostot koehenkilöittäin. Lopuksi koehenkilöiden SPSS-tiedostot koottiin yhdeksi tiedostoksi tulosten analysointia varten.



Kuva 21. Puheen alkamisajankohta analysoitiin WaveLab-ohjelman avulla.

Kokeen tulokseksi saatiin kuvan 22 mukaiset tulokset. Tuloksissa on esitetty 28 koehenkilön keskimääräiset systeemiset viiveet eri tekstityyppien välillä. Niiden väliset erot ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Erityisen mielenkiintoinen on ero tavallisen tekstin ja yhteenkirjoitetun tekstin systeemisten viiveiden välillä. Nämä tulokset tukevat ajatusta vallitsevan lukuteorian kyseenalaistamisesta. Yhteen kirjoitetussa tekstissä joudutaan lukemaan sanoja kirjain kerrallaan (vrt. perinteinen lukuteoria), kun taas tavallisessa tekstissä sanat hahmotetaan saamiemme tulosten perusteella kokonaisuuksina.



Kuva 22. Keskimääräinen systeeminen viive luettaessa tavallista, sekoitettua ja yhteenkirjoitettua tekstiä ($n = 28$).

Kahden laitteiston välillä suoritettu koeasetelma

Yksi työn tavoitteista oli kahden laitteiston yhdistäminen yhdeksi interaktiiviseksi kokonaisuudeksi. Seuraavan koeasetelman tarkoituksena on havainnollistaa kahden laitteiston avulla tehtyä koetta. Laitteiden välillä toimivat ohjelmat ovat C-kielisiä. Ohjelmat ovat rakenteeltaan lähes samanlaisia, mutta niitä ohjelmoitaessa on huomioitava omat asetukset ensisijaiselle ja toissijaiselle Display PC:lle. Ensisijainen Display PC ottaa yhteyden toissijaiseen PC:hen, joten se vaatii yhteydenottoon tarkoitetun koodin. Toissijainen Display PC vaatii vastavasti yhteyden vastaanottoon tarkoitetun koodin.

Kun yhteys on muodostettu, kalibroidaan kamerat kummallakin koneella. Kun ne ovat valmiina, on toissijaisen Display PC:n koehenkilön mentävä ohjelman aloituksen odotustilaan, jonka jälkeen ensisijaisen PC:n koehenkilö käynnistää kokeen. Kuvassa 23 on esimerkki kokeesta. Siinä koehenkilöt katselevat näytöltä samaa kuvaa, jossa kummankin näytöillä näkyy reaaliaikaisesti molempien koehenkilöiden silmänliikkeet. Kuvassa ensisijaisen PC:n koehenkilö katsoo lippua ja toissijaisen PC:n koehenkilö tarkastelee patsasta.



Kuva 23. Esimerkki kahden laitteiston välillä suoritetusta kokeesta, jossa koehenkilöiden silmänliikkeet näkyvät reaaliaikaisesti kummankin koehenkilön näytöillä.

8 YHTEENVETO

Työn ensimmäisenä tavoitteena oli EyeLink II -laitteiston suomenkielisen lyhennetyn ohjekirjan ja yleiskuvauksen tekeminen. Ohjelmien ja ohjekirjojen suuresta määrästä johtuen oli haasteellista päättää, mitä osioita ohjelmistosta tuo esille milläkin laajuudella. Haasteena oli myös välttää keskeisimpien asioiden ja käsitteiden liiallinen toisto työssä. Toisaalta päällekkäisyyksiä eri luvuissa ei voi täysin välttää, koska kokonaisuuden ymmärtämisen kannalta keskeisimpien asioiden toistuvuus voi nopeuttaa asioiden sisäistämistä.

On huomioitavaa, että olen saattanut painottaa työssä niitä asiakokonaisuuksia, joiden kanssa olen tekemisissä päivittäisessä työssäni. Pysin tarkoituksellisesti kuvaamaan syvällisemmin laitteiston kokoamiseen liittyviä asioita, kun taas ohjelmistojen asentamista ei työssä käsitellä juuri lainkaan. Syynä tähän on, että tutkimuksia tehdään usein kentällä, jolloin tutkijan on hallittava laitteiston purkaminen ja kokoaminen hyvin. Ohjelmien asentaminen on kuvattu hyvin yksityiskohtaisesti EyeLink II Installation Guide -oppaassa, joten tuntui turhalta kopioida sitä tähän työhön.

Työn toisena tavoitteena oli silmänliikelaitteistojen yhdistäminen. Tähän tiedettiin olevan käytössä kaksi eri menetelmää. Yksinkertaisempi niistä on laitteistojen yhdistäminen TTL-pulssin avulla. Siinä Display -koneiden kirjoitinporttien välille kytketään Belkin suorakaapeli. Tämä yhteys ei kuitenkaan mahdollista kuin yksisuuntaisen tiedonsiirron. Toinen menetelmä havaittiin jo työn alkuvaiheessa paremmaksi. Siinä laitteet kytketään toisiinsa reitittimen välityksellä. Sen avulla laitteet on mahdollista kytkeä yhdeksi interaktiiviseksi kokonaisuudeksi, jolloin voidaan esimerkiksi tehdä tutkimusta useille koehenkilöille yhtäaikaaisesti.

Laitteistojen yhdistämisen suurimpana ongelmana oli, ettei vastaavia kokoonpanoja ole juurikaan olemassa maailmalla, joten tietoa yhdistämisestä ei ollut valmiiksi saatavilla. Saimme SR Researchilta sähköpostitse ohjeet siitä, kuinka tietokoneiden ip-asetukset tulisi määrittää ja ohjelman, jonka avulla olisi mahdollista kokeilla, onko laitteiden yhdistäminen onnistunut. Näiden ohjeiden avulla laitteistojen yhdistäminen saatiin lopulta onnistumaan. C-kielisen ohjelman avulla testasimme laitteistojen toimivuutta ja totesimme niiden toimivan moitteettomasti. Laitteistojen yhdistäminen tässä työssä on viety pisteeseen, joka on vasta ensimmäinen askel kohti laitteistojen tarjoamia tutkimusmahdollisuuksia.

Silmänliiketutkimus Kajaanin yliopistokeskuksen psykologian tutkimusyksikössä on tällä hetkellä keskittynyt taitojen oppimiseen, kehittymiseen ja hallitsemiseen liittyvään tutkimukseen. Silmänliiketutkimuksen avulla on mahdollista saada nopeasti tieteellisen tutkimuksen lisäksi käytännön tietoa. Esimerkkitilanteessa nuoren ja kokeneen hiihtovalmentajan silmänliikkeitä mitataan ja heitä pyydetään arvioimaan esitettäviä hiihtosuorituksia. Vertaamalla katseenpolkuja saadaan tietoa, mihin kokenut valmentaja kiinnittää huomiota. Antamalla nuorelle valmentajalle tietoa kokeneemman valmentajan katseen intressialueista voidaan olettaa hänen kehittyvän tekniikan arvioinnissa. Lähitulevaisuuden tutkimustavoitteena psykologian tutkimusyksikössä on tehdä mäkihyppysuorituksen arvioimiseen liittyvää tutkimusta kahden laitteiston avulla. Tutkimuksesta saatua tietoa voidaan hyödyntää esimerkiksi valmentajien kouluttamisessa.

Uusien, entistä tarkempien silmänliikelaitteistojen tarjoamat mahdollisuudet tieteelliselle tutkimukselle ovat valtavat, ja niiden hyödyntämiseen ollaan vasta hahtumassa. Käytettävyystudkimus on tällä hetkellä silmänliiketutkimuksen muodikkein käyttötarkoitus. Syynä siihen lienee markkinavoimien kiinnostus kuluttajien intressien kohteista Internetsivuilla, lehtimainonnassa ja televisiossa. Ennen kaikkea silmänliiketutkimus tarjoaa mielestäni työkalun uudenlaiseen oppimiseen ja perehdyttämiseen. Edellä mainittuja esimerkkejä voidaan soveltaa niin urhei-

lun kuin teollisuudenkin alalla vertaamalla esimerkiksi noviisin ja ekspertin silmänliikkeitä havainnointityössä.

Vaarana tällaisessa tutkimuksessa voi olla, että ajatellaan menestyneen valmentajan katseen intressialueiden olevan ihanteellisia, joihin nuoria valmentajia koulutetaan. On hyvä muistaa, että jokainen meistä oppii omalla tavallaan ja omasta persoonastaan käsin.

LÄHDELUETTELO

- 1 Lehtinen, M. 2004. Katseenseuranta. www.cs.uta.fi/usabsem/kalvot/Merja_katseenseuranta.ppt, 15.5.2006.
- 2 Simola, J. 2006a. Käyttäjän päämäärien ja kiinnostuksen tutkimus. *Psykologia* (1), 29–38.
- 3 Lehtinen, M. 2005. Katseenseuranta. Teoksessa Ovaska, S., Aula, A. & Majaranta, P. (toim.) Käytettävyystudkimuksen menetelmät. Tampereen yliopisto, Tietojenkäsittelytieteiden laitos B-2005-1, 223–236.
- 4 Simola, J. 2006b. Silmänliikkeiden mittaus käytettävyystudkimuksessa. http://www.adage.fi/artikkelit/silmanliikkeiden_mittaus_kaytettavyys-tutkimuksessa.html, 11.9.2006.
- 5 Jacob, R & Karn K 2003. Eye tracking in human-computer interaction and usability research: ready to deliver the promises, Teoksessa J. Höynä, R Radach & H. Deubel (toim.) *The Mind's Eye: Cognitive and applied aspects of eye movement research* (s.573-605). Amsterdam: Elsevier Science.
- 6 EyeLink II User Manual. 2004. Version 2.02. Kanada, Missisauga: SR Research Ltd.
- 7 EyeLink II Scene Camera User Manual. 2006. Version 1.1.0.41. Kanada, Missisauga: SR Research Ltd.
- 8 EyeLink II Installation Guide. ROMDOS OS. 2005. Version 3.02. Kanada, Missisauga: SR Research Ltd.

- 9 SR Research. 2006b. Experiment Builder. http://www.eyelinkinfo.com/optns_eb.php, 30.7.2006.
- 10 SR Research. 2006a. Software. http://www.eyelinkinfo.com/mount_software.php, 27.7.2006.
- 11 EyeLink II Experiment Builder User Manual 2006 Version 1.3.40 Kanada, Missisauga: SR Research Ltd.
- 12 SR Research. 2006c. Data Viewer. http://www.eyelinkinfo.com/optns_dat_view.php, 29.7.2006.
- 13 EyeLink II Data Viewer User Manual 2004 Version 1.7 Kanada, Missisauga: SR Research Ltd.
- 14 SR Research. 2006d. Scene Camera. http://www.eyelinkinfo.com/optns_scene_cam.php 12.9.2006.
- 15 Belkin. 2006. Product Center. http://catalog.belkin.com/IWCatProductPage.process?Product_Id=17026#, 7.7.2006.

LIITE 1. Kuvia SkilLab-laboratoriosta Kajaanin yliopistokeskuksessa.



LIITE 2. SkillLab-laboratorion toiminnasta kertova esite.



15.9.2006

SkillLab: Kokemuksen ja taitotoiminnan tutkimusohjelma**1. Tavoite**

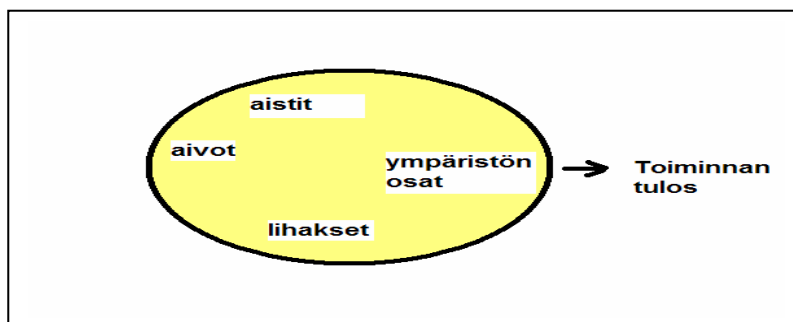
SkillLab on perustettu vuonna 2004, ja se tarjoaa kokeellisia mahdollisuuksia ihmisen taitotoiminnan eri puolien selvittelyyn. Laboratoriossa toimivan tutkimusohjelman päätavoitteena on yhtenäisen teoreettisen ja kokeellisen psykologian kehittäminen kokemuksen ja taitotoiminnan integratiivisen tutkimuksen pohjalta.

2. Teoreettinen lähtökohta

Ihmisen kokemus ja taitotoiminta toteutuvat dynaamisessa kehon ja ympäristön osista muodostuvassa järjestelmässä, eliö-ympäristö –järjestelmässä, joka organisoituu suhteessa toiminnan tulokseen.

Psyykkinen toiminta on eliö-ympäristö järjestelmän toimintaa.

Järjestelmälle on ominaista jatkuva uudelleen organisoituminen, luovuus.



Eliö-ympäristöjärjestelmä

3. Tutkimusohjelman välineistö

■ **Observaatio- ja editointi/analyysiyksiköt**

- 4 digitaalista videokameraa, 1 suurtaajuuskamera (liikeanalyysi)
- arkistoiva keskusyksikkö
- kuva-analyysijärjestelmät ihmisen toimintaa ja liikeanalyysia varten
- etäyhteydet analyysikoneisiin

Mahdollistavat taitotoiminnan observoinnin ja analysoinnin synkronoituna muihin mittauksiin (esim. syke)

■ **Silmänliikkeiden mittausjärjestelmät**

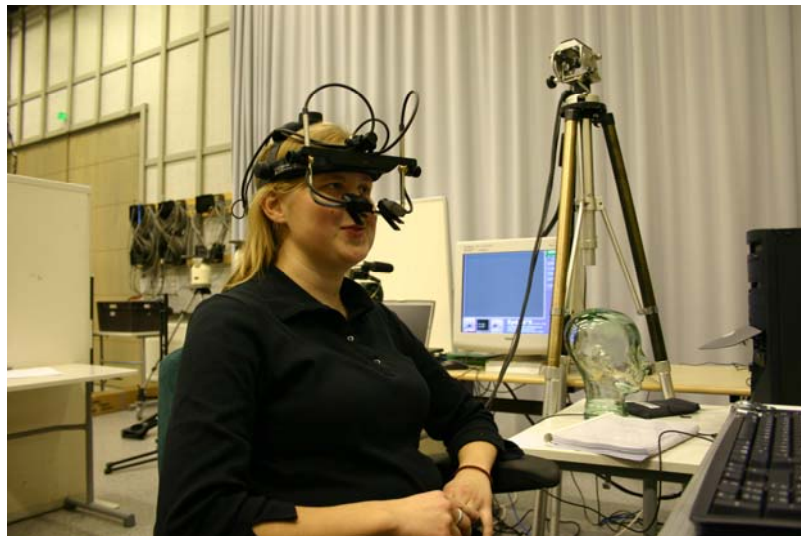
- 2 kpl EyeLinkII + Scene Camera - mittausjärjestelmää
- pupillin koon määrittäminen

Mahdollistavat tarkat (tarkkuus n. 2 ms) fiksaatioiden ja silmänliikkeiden mittaukset laboratorio-olosuhteissa sekä kenttätutkimuksessa samanaikaisesti kahdelta koehenkilöltä

■ **Sykkeen mittaus ja synkronointi videokuvauksen kanssa**

- 23 Polarin S810i sykemittaria
- r-r –intervallin jatkuva tallennus n. 4 h:n ajan
- Kubios- analyysiohjelmisto sykeparametrien ja variabiliteetin määrittämistä varten

Mahdollistaa ihmisen taitotoimintoihin liittyvän rasituksen ja emotionaalisen dynamiikan analysoinnin yhdistettynä videokuvaukseen.



Silmänliikkeiden mittausjärjestelmä (EyeLinkII)

4. Henkilökunta

Laboratorion henkilökunta

- Timo Järvilehto,
psykologian professori
- Jouni Taponen, laboratoriomestari
- Kari Utriainen, laboratoriomestari
- Veli-Matti Nurkkala, tutkimusassistentti
- Kyösti Koskela, tutkimusassistentti

Projektiopiskelijat

- Petri Annala
- Mirva Alakarhu
- Kristiina Helander
- Suvi Immonen
- Niina Hartikainen
- Laura Karjalainen
- Pirita Kähkönen
- Miia Mikkonen
- Saija Nikkilä
- Antti-Jussi Valkama

5. Tutkimusprojektit

- 1. Näköjärjestelmän toiminta: silmänliikkeen merkitys havaintoprosessissa**
Tutkitaan silmänliikkeen osuutta havainnon muodostumisessa.
- 2. Lukuprosessin tutkimus: lukeminen merkitysten muodostamisen prosessina**
Tutkitaan lukutapahtumaa silmänliikkeiden parametrien ja fiksaatio-puhe –intervallin rekisteröinnin avulla.
- 3. Emotionaalinen dynamiikka, empatia ja yhteistyö koululuokassa**
Observaatiovälineistön ja sykemittauksen hyödyntäminen ihmisryhmän emotioiden ja yhteistyön tutkimuksessa.
- 4. Taitotoimintojen observointistrategiat ja suoritusten arviointi**
Asiantuntijoiden ja noviisien silmänliikestrategiat suoritusten arvioinnissa
- 5. Liiketoiminnan organisoituminen pallopeleissä**
Toiminnan tulosten ennakointi nopeutta vaativissa toimintatilanteissa

6. Yhteistyösuhteet

Kotimaiset

Oulun yliopisto, KASOPE, Kasvatuspsykologian tutkimusklänikka: Taitojen ohjausprosessi ja konsultaatio

Hannu Soini

Jyväskylän yliopisto, Liikuntatieteen laitos, Motorisen oppimisen tutkimusryhmä: Motorinen oppiminen ja opetus

Jarmo Liukkonen

Kuopion yliopisto, Soveltavan fysiikan laitos: Biosignaalien analyysimenetelmät

Mika Tarvainen

Vuokatin valmennuskeskus: Valmennuksen asiantuntemus

Jyri Pelkonen

Ulkomaiset

Indiana University, Bloomington, prof. Scott Jordan (antisipaatio)

Universite Rene Descartes, Pariisi, prof. Kevin O'Regan (sensomotorinen koordinaatio)

Dresdenin tekninen yliopisto, prof. Boris Velichkovsky (kognitio ja silmänliikkeet)

7. Opinnäytetyöt

Holappa, E. ja Vierelä, H. (2006) Miten lukeminen tapahtuu. Vertaileva tutkimus eri tekstityyppien yhteydestä lukijan silmänliikkeisiin ja lukemisen keston. Pro gradu.

Kuisma-Ruhkala, K. ja Nurmimäki, R. (2006) Emotionaalinen dynamiikka koululoukassa:

Sykemittaus koululaisen stressin indikaattorina. Pro gradu.

Kärki, S. ja Karhula, P. (2006) Oppilaiden sykedynamiikka koulupäivän ja kokeiden aikana.

Pro gradu.

8. Julkaisut

Kuisma-Ruhkala, K. ja Nurmimäki, R. (2006) Pulssi koholla koko koulupäivän. Onko jännittäminen syynä suomalaislasten huonoon kouluviihtyvyyteen? Kainuun Sanomat.

Järvilehto, T. (2006) Lukeminen on valistunutta arvaamista. Kainuun Sanomat.

Järvilehto, T. (2006) What is motor learning? In: Thomson, K. (Ed.), in press.

Järvilehto, T. (2006) Research program on experience and action. In: Thomson, K. (Ed.), in press.